



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

PROYECTO DE MEJORAMIENTO

**DISEÑO DE UN PLAN DE
IMPLEMENTACIÓN USANDO
MANTENIMIENTO DE LA
PRODUCTIVIDAD TOTAL Y 5S PARA
MEJORAR LOS PROCESOS
PRODUCTIVOS EN INDUSTRIAL
MADEEX S.A.**

AUTOR:
Pablo Ignacio González Núñez

PROFESOR GUÍA:
Myriam Gaete Gaete

CURICÓ – CHILE
MAYO DE 2020

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su encargado Biblioteca Campus Curicó certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



UNIVERSIDAD DE TALCA
DIRECCIÓN
SISTEMA DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD DE TALCA
SISTEMA DE BIBLIOTECAS
CAMPUS CURICO

Curicó, 2022

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, como siempre, agradezco a mis padres pues una vez más me han demostrado que han realizado un buen trabajo educándome. Son un apoyo fundamental en mi vida y gracias a ellos he logrado todo lo que me he propuesto. Creo en que, cada uno es amo de su propio destino y es autor intelectual de la felicidad en su vida, pero hago responsable a mis padres de los éxitos que tengo hasta ahora y los que vendrán. Aprovecho la instancia para dejar constancia escrita que les prometo de algún día llevarlos a conocer Italia para que disfruten de todas las maravillas que he podido encantarme. Forever Young!

A mi novia Silvia Zampieri por todo el apoyo brindado y por siempre estar ahí con las palabras correctas en tus consejos. Te agradezco el amor sincero que me has brindado hasta ahora y espero que algún día los 12.300 kilómetros de distancia, sean tan solo unos centímetros para seguir disfrutando de tu compañía.

A mis hermanos Esteban y Cristián pues por más que discutimos, son peleas de hermanos y claro, no pasa nada. Quiero que sepan que estoy enormemente orgulloso de los caminos que han tomado y los que siguen en el presente. Ambos son muy valientes en seguir lo que ustedes quieren, pero vamos! un poco más de ánimo y energía para que alcancen objetivos más allá de sus visiones.

A mis amigos del intercambio en Alemania, son realmente personas maravillosas que han llegado a mi vida. Tan así que podemos no hablarnos por semanas y lo sientes como si estuvieran junto a ti en todo momento.

Tengo la confortabilidad de agradecer a la empresa Industrial Madeex S.A. por abrir sus puertas y recibir durante cuatro meses para poder hacer un proyecto de título en sus dependencias.

A la empresa B2Exc y a su director por proporcionar información importante para el desarrollo de este proyecto.

A mi profesora guía Myriam Gaete Gaete por todo el apoyo y confianza brindada para trabajar. Me he sentido muy cómodo con su conocimiento para aplicarlo a este informe

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente informe deja registro de la realización del Proyecto de Mejoramiento para optar a la titulación de un estudiante de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad de Talca en la empresa Madeex S.A. ubicada en la comuna de San Javier, kilómetro 272 de la Panamericana Sur.

El documento consiste en el diseño de un plan de implementación donde en primera instancia, inicia con la contextualización organizacional, mostrando información de la industria en la cual está inmersa la compañía, junto a información relevante que permite situar el lugar de aplicación del proyecto. De forma adicional, se define la problemática relacionada a las deficiencias producidas por las averías y fallas que paralizan las funciones productivas del aserradero, causando un conjunto de tiempos muertos al proceso de obtención de madera dimensionada. Con la finalidad de establecer la situación base de trabajo para las propuestas de actividades, se realiza un diagnóstico para identificar oportunidades de mejora y así poder establecer los lineamientos del trabajo de aplicación. Se utiliza la teoría clásica asociada para diseñar metodologías ajustadas a los requerimientos de la empresa, al crear propuestas para el desarrollo de un plan que permita mejorar los procesos productivos a través de dos herramientas de la ideología *lean manufacturing*.

Para el diseño del plan de implementación, se considera previamente definir un conjunto de elementos que fundamentan los objetivos posteriores. Estas actividades son relevantes porque confirman los resultados obtenidos en el diagnóstico, lo que posibilita mencionar con fortaleza que la metodología utilizada luego, es la indicada.

La realización del proyecto posee impactos económicos asociados a una eventual implementación del mismo, el cual asciende a un costo de \$1.994.305 al considerar lo diseñado en las páginas siguientes más la participación de los trabajadores de Industrial Madeex S.A.

Autor:

Pablo Ignacio González Núñez (pgonzalez13@alumnos.otalca.cl)
Estudiante de Ingeniería Civil Industrial
Facultad de Ingeniería – Campus Curicó - Universidad de Talca
Mayo de 2020.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN, DEFINICIÓN Y FORMALIZACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO | 8 |
| 1.1 Descripción general de la empresa | 9 |
| 1.1.1 Divisiones de Madeex S.A. | 10 |
| 1.1.2 Principales clientes | 10 |
| 1.1.3 Organigrama | 12 |
| 1.1.4 Ubicación..... | 13 |
| 1.1.5 Productos | 13 |
| 1.1.6 Proceso productivo | 15 |
| 1.2 Industria forestal en Chile..... | 19 |
| 1.3 Lugar de aplicación | 22 |
| 1.4 Descripción de la problemática | 23 |
| 1.5 Objetivo general | 28 |
| 1.6 Objetivos específicos..... | 28 |
| 1.7 Alcance | 29 |
| 1.8 Resultados tangibles esperados | 29 |
| CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA | 30 |
| 2.1 Marco teórico..... | 31 |
| 2.1.1 Filosofía <i>lean manufacturing</i> | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1.2 Alternativas de herramientas <i>lean</i> de solución a la problemática | 31 |
| 2.1.3 Herramientas para hacer diagnósticos | 39 |
| 2.1.4 Herramienta para la selección de la metodología del diseño del plan de implementación | 40 |
| 2.1.5 Herramientas para el desarrollo del proyecto | 41 |
| 2.1.6 Selección de las herramientas para el diseño del plan de implementación | 42 |
| 2.2 Metodología de solución | 46 |
| CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y PRIMERAS ACTIVIDADES | 49 |
| 3.1 Actividades de diagnóstico | 50 |
| 3.1.1 Auditoria SIGA..... | 50 |
| 3.1.2 Análisis FODA | 50 |
| 3.2 Resultados del diagnóstico | 50 |
| 3.2.1 Resultados auditoría SIGA | 50 |
| 3.2.2 Descripción del FODA | 51 |
| 3.3 Análisis de la problemática..... | 53 |
| 3.4 Primeras actividades..... | 71 |
| 3.4.1 Formalización del proceso productivo | 71 |
| CAPÍTULO 4: FUNDAMENTOS PARA EL DISEÑO DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN | 74 |
| 4.1 Fundamentos para hacer el diseño del plan de implementación | 75 |

| | |
|---|-----|
| 4.2 Clasificación de los desperdicios 16 tipos | 75 |
| 4.3 Método Delphi..... | 93 |
| 4.4 5W1H..... | 97 |
| CAPÍTULO 5: DISEÑO DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN | 109 |
| 5.1 Planteamiento de la situación actual de 5S y TPM | 110 |
| 5.2 Diseño del plan de implementación..... | 118 |
| 5.3 5S | 120 |
| 5.3.1 <i>Seiri</i> – clasificar..... | 120 |
| 5.3.2 <i>Seiton</i> – ordenar..... | 125 |
| 5.3.3 <i>Seiso</i> – limpiar | 129 |
| 5.3.4 <i>Seiketsu</i> – estandarizar..... | 133 |
| 5.3.5 <i>Shitsuke</i> – sostenibilidad..... | 140 |
| 5.4 Mantenimiento de la productividad total – TPM..... | 144 |
| 5.4.1 Mantenimiento autónomo..... | 146 |
| 5.4.2 Seguridad y entorno..... | 158 |
| CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN DE IMPACTO ECONÓMICO..... | 166 |
| 6.1 Impacto económico..... | 167 |
| 6.2 Costos del diseño del plan de implementación..... | 167 |
| 6.3 Costeo de la implementación de TPM y 5S por una empresa externa | 170 |
| CONCLUSIONES..... | 172 |
| ANEXOS | 176 |

| | |
|--------------------|-----|
| BIBLIOGRAFÍA | 191 |
|--------------------|-----|

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1: Logo de la empresa..... | 9 |
| Ilustración 2: Logo de CMPC..... | 10 |
| Ilustración 3: Logo de Soprole S.A. | 11 |
| Ilustración 4: Logo de Chep | 11 |
| Ilustración 5: <i>Pallets</i> para Chep Chile..... | 11 |
| Ilustración 6: Logo de Soquimich | 11 |
| Ilustración 7: Logo de Masisa S.A. | 12 |
| Ilustración 8: Organigrama de Madeex S.A | 13 |
| Ilustración 9: Ubicación de la empresa..... | 13 |
| Ilustración 10: <i>Pallets</i> | 14 |
| Ilustración 11: <i>Bins</i> | 14 |
| Ilustración 12: Madera dimensionada..... | 15 |
| Ilustración 13: Corte vertical banco aserradero | 16 |
| Ilustración 14: Corte horizontal banco aserradero..... | 17 |
| Ilustración 15: Cortes múltiple 7 volantes | 17 |
| Ilustración 16: Cortes banco doble | 18 |
| Ilustración 17: Cortes canteadora | 18 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 18: <i>Layout</i> del aserradero de Industrial Madeex S.A. | 23 |
| Ilustración 19: Contactor canteadora quemado | 67 |
| Ilustración 20: Simbología diagrama de procesos | 72 |
| Ilustración 21: Diagrama de procesos para la obtención de madera aserrada | 73 |
| Ilustración 22: Buzón receptor de sistema extractor de aserrín | 116 |
| Ilustración 23: Panel de herramientas..... | 127 |
| Ilustración 24: Cartel 5S | 135 |
| Ilustración 25: Beneficios de clasificar | 135 |
| Ilustración 26: Beneficios ordenar..... | 136 |
| Ilustración 27: Beneficios limpiar | 136 |
| Ilustración 28: Beneficios estandarizar..... | 136 |
| Ilustración 29: Beneficios sostenibilidad..... | 137 |
| Ilustración 30: Layout de la planta con los puestos de trabajo por colores | 138 |
| Ilustración 31: Portada manual de procedimientos para 5S | 138 |
| Ilustración 32: Formato de acta de reunión para programar actividades de 5S..... | 142 |
| Ilustración 33: Etiquetas mantenimiento autónomo | 150 |
| Ilustración 34: Manual de procedimientos para mantenimiento autónomo | 155 |
| Ilustración 35: Medidas de seguridad para el área piloto | 161 |
| Ilustración 36: Plano de instalaciones con zonas de peligro y zonas de seguridad | 162 |
| Ilustración 37: Diagrama de <i>spaghetti</i> Industrial Madeex S.A. | 163 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 38: Carteles para promover el autocuidado al interior del recinto | 164 |
|---|-----|

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1: Resumen de tiempos banco aserradero febrero 2019..... | 26 |
| Tabla 2: Matriz doble para la selección de herramientas para utilizar | 43 |
| Tabla 3: Auditoría SIGA a Industrial Madeex S.A. | 51 |
| Tabla 4: 5W1H astillador | 98 |
| Tabla 5: 5W1H descortezador | 99 |
| Tabla 6: 5W1H número dos descortezador | 100 |
| Tabla 7: 5W1H banco aserradero | 101 |
| Tabla 8: 5W1H número dos banco aserradero | 102 |
| Tabla 9: 5W1H múltiple 7 volantes..... | 103 |
| Tabla 10: 5W1H número dos múltiple 7 volantes..... | 104 |
| Tabla 11: 5W1H Banco triple..... | 105 |
| Tabla 12: 5W1H canteadora..... | 106 |
| Tabla 13: 5W1H trozador múltiple..... | 107 |
| Tabla 14: 5W1H número dos trozador múltiple..... | 108 |
| Tabla 15: Encuesta percepción 1´S | 122 |
| Tabla 16: Planilla Seiri | 123 |
| Tabla 17: Resumen de actividad propuestas para 1´S | 124 |
| Tabla 18: Encuesta percepción 2´S | 125 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 19: Resumen de actividad propuestas para 2'S | 127 |
| Tabla 20: Encuesta percepción 3'S | 129 |
| Tabla 21: Planilla <i>seiso</i> | 130 |
| Tabla 22: Resumen de actividad propuestas para 3'S | 132 |
| Tabla 23: Planilla <i>seiketsu</i> | 137 |
| Tabla 24: Resumen de actividad propuestas para 4'S | 139 |
| Tabla 25: Encuesta percepción 3'S | 141 |
| Tabla 26: Resumen de actividad propuestas para 5'S | 143 |
| Tabla 27: Encuesta percepción TPM, mantenimiento autónomo..... | 148 |
| Tabla 28: Tabla tipo de anomalías..... | 149 |
| Tabla 29: Continuación tabla tipos de anomalías..... | 150 |
| Tabla 30: Actividades mantenimiento autónomo por máquina..... | 154 |
| Tabla 31: Continuación de las actividades mantenimiento autónomo por máquina | 155 |
| Tabla 32: Resumen de actividad propuestas para mantenimiento autónomo..... | 156 |
| Tabla 33: Encuesta percepción TPM, seguridad y entorno | 159 |
| Tabla 34: Resumen de actividad propuestas para seguridad y entorno | 164 |
| Tabla 35: Costo para el diseño del plan de implementación | 168 |
| Tabla 36: Presupuesto 5S | 168 |
| Tabla 37: Costo del recurso humano capacitaciones..... | 169 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Principales productos forestales exportados en el 2018..... | 19 |
| Gráfico 2: Consumo regional de madera 2017..... | 20 |
| Gráfico 3: Consumo de madera en la región del Maule 2017 | 20 |
| Gráfico 4: Consumo de madera región del Bío Bío | 21 |
| Gráfico 5: Representación ilustrativa de las cosechas por mes en Chile..... | 22 |
| Gráfico 6: Eficiencia en tiempo del banco aserradero mes de febrero 2019..... | 25 |
| Gráfico 7: Detenciones astillador | 55 |
| Gráfico 8: Detenciones Descortezador | 57 |
| Gráfico 9: Detenciones Banco Aserradero | 60 |
| Gráfico 10: Detenciones Múltiple 7 Volantes | 63 |
| Gráfico 11: Detenciones Triple | 65 |
| Gráfico 12: Detenciones Canteadora..... | 67 |
| Gráfico 13: Detenciones trozador múltiple | 69 |
| Gráfico 14: Diagrama de Pareto tipos de desperdicio equipo astillador | 76 |
| Gráfico 15: Diagrama de Pareto tipos de desperdicios equipo descortezador | 78 |
| Gráfico 16: Diagrama de Pareto tipos de pérdidas equipo banco aserradero..... | 80 |
| Gráfico 17: Diagrama de Pareto tipos de pérdidas equipo múltiple 7 volantes | 84 |
| Gráfico 18: Diagrama de Pareto tipos de pérdidas equipo banco triple | 86 |
| Gráfico 19: Diagrama de Pareto tipos de pérdidas equipo canteadora..... | 88 |
| Gráfico 20: Diagrama de Pareto tipos de pérdida equipo trozador múltiple | 91 |

Gráfico 21: Resultados encuesta de percepción de 5S 114

Gráfico 22: Resultados encuesta de percepción TPM 117

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo para el tamaño de la muestra 53

ANEXOS

Anexo 1: *Layout* completo de Industrial Madeex S.A. 176

Anexo 2: Auditoría SIGA primer criterio 177

Anexo 3: Auditoría SIGA segundo criterio 178

Anexo 4: Auditoría SIGA tercer criterio 179

Anexo 5: Auditoría SIGA cuarto criterio 180

Anexo 6: Auditoría SIGA quinto criterio 181

Anexo 7: Auditoría SIGA sexto criterio 182

Anexo 8: Auditoría SIGA séptimo criterio 182

Anexo 9: Auditoría SIGA octavo criterio 183

Anexo 10: Simbología tipo de industria sector madera 183

Anexo 11: Tipos de industrias de la madera región del Maule 184

Anexo 12: Tipos de industrias de la madera región del Bío Bío 184

Anexo 13: Acta de reunión para método Delphi 185

Anexo 14: Encuesta percepción 5S 186

| | |
|--|-----|
| Anexo 15: Encuesta percepción pilares TPM..... | 187 |
| Anexo 16: Portada de presupuesto de implementación de 5S y TPM por la empresa B2Exc | 189 |
| Anexo 17: Valorización del presupuesto de B2Exc | 190 |

GLOSARIO

1. **ACHS:** Asociación Chilena de Seguridad.
2. **Bins:** contenedor de estructura cuadrangular no cubierta, destinada al transporte de productos hortofrutícolas (Madeex S.A., s.f.).
3. **Madera dimensionada:** corresponde a dos productos, madera dimensionada seca y madera dimensionada verde. El primero corresponde a madera aserrada rústica de Pino secada artificialmente, para uso en estructuras de techo, envigados, tabiques y diversas aplicaciones en la construcción. La madera dimensionada verde se utiliza cuando se requiere un uso donde el material debe ser económico y homogéneo.
4. **Lampazo:** internamente en la empresa, hace referencia a un trozo de madera resultante de los dos primeros cortes que realiza el banco aserradero de forma vertical. Luego, estos lampazos son llevados a un banco doble pues poseen material suficiente para obtener de una a dos tablas más.
5. **Pallets:** plataforma o bandeja construida de tablas, donde se apila la carga que posteriormente se habrá de transportar.
6. **Paquetes:** conjunto de varias maderas ordenas y de distintas medidas, que provienen de la producción directa del aserradero. Es la forma de organizarlas para posteriormente, ser despachadas al cliente.
7. **TPM:** *Total Productive Maintenance*, mantenimiento de la productividad total.

INTRODUCCIÓN

En la zona central de nuestro país, uno de los principales motores de la economía regional corresponde a la industria de la madera que se desenvuelve a través de diferentes rubros: venta de madera dimensionada para exportación, aserraderos, celulosas, fábricas de *pallets*, etc.

Es debido entonces, la suma importancia para cada una de las empresas poseer una eficiencia productiva que le permita satisfacer las necesidades de sus clientes, asegurando la calidad y la oferta de sus productos. Por eso, también es relevante que cada empresa tenga la responsabilidad de conocer sus propios procesos y como estos se desarrollan, para estar preparados ante los posibles cambios del mercado factores externos o para solucionar inconvenientes operacionales que pueden involucrar diferentes áreas de la empresa.

Actualmente Industrial Madeex S.A. pertenece a una de las industrias con más desarrollo en la región, compitiendo fuertemente en un mercado lleno de agentes que poseen el mismo giro comercial, pero lo que la favorece en cuanto a sus rivales es que mes a mes tiene asegurado la venta de su producción pues la otra empresa del *holding* de Madeex S.A., se dedica a la fabricación de *pallets* los cuales son una necesidad para el transporte de un sinnúmero de otras empresas que necesitan hacer llegar a sus clientes, los productos que ellos comercializan.

Debido a esta oportuna situación, el aserradero de Madeex S.A. siempre tendrá asegurado trabajar durante todo el año, pero posee el límite en cuanto a capacidad productiva porque actualmente tiene inconvenientes con detenciones en las máquinas del proceso, lo que implica que Industrial Madeex S.A. pueda abastecer con aproximadamente el 60% mensual de las necesidades de la empresa que también pertenece al grupo. Por lo tanto, a continuación se procede a realizar el diseño de un plan de implementación usando dos herramientas de la ideología *lean manufacturing* para mejorar los procesos productivos del aserradero.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN, DEFINICIÓN Y FORMALIZACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO

En el siguiente capítulo, se realiza la formalización del proyecto de mejoramiento en la empresa Industrial Madeex S.A. Para este propósito, se describe de forma general el holding de Madeex S.A., para luego identificar la problemática que justifica el desarrollo del presente informe. Finalmente, se definen los objetivos, el alcance y los resultados tangibles esperados del proyecto de mejoramiento.

1.1 Descripción general de la empresa

La empresa Madeex S.A. fue creada en el año 1995 con el fin de abastecer el mercado nacional con *bins*, *pallets* y madera dimensionada. Dado que la producción de estos productos era más bien de elaboración artesanal por esos años, es que surge la idea de poder profesionalizar la producción de *bins* y *pallets*. A medida con el paso de los años, la empresa ha ido creciendo, aumentando su capacidad instalada, modernizando sus maquinarias y capacitando a su personal entre otros aspectos importantes. Este desarrollo ha permitido a Madeex S.A. posicionarse en el mercado nacional e internacional, cumpliendo tanto con las demandas de sus clientes y con los objetivos autoimpuestos, logrando así ubicarse al año 2019 con su producto principal, dentro de las cuatro principales empresas fabricantes de *pallets*.

Ilustración 1: Logo de la empresa.



Fuente: (Madeex S.A., s.f.)

Hoy en día la planta presenta más de 13.000 metros cuadrados en terreno (en dos sitios cercanos) y unos 3.000 metros cuadrados en construcciones.

Con el fin de mejorar continuamente su desempeño operacional y administrativo, es que Madeex S.A. desde el año 2004 posee certificado su Sistema de Gestión Integral de Calidad bajo los estándares internacionales ISO 9001. Otra certificación importante es sobre la madera FSC, sigla proveniente del organismo internacional sin fines de lucro, *Forest Stewardship Council*. El objetivo es la promoción de la gestión responsable de los recursos forestales del planeta desde un punto de vista ambiental, social y económico. Es para aquello que FSC establece unos estándares y recomendaciones para que las empresas las cumplan, durante la fabricación de sus productos por sí quieren recibir el certificado. Básicamente, para cumplir con las presentes demandas ambientales de sus clientes, es que Madeex S.A. debe garantizar el cumplimiento de la serie de reglas que recomienda FSC, esto es a partir

desde la extracción de la madera desde los bosques (o sea los predios forestales también deben asegurar una correcta gestión responsable de los recursos) hasta la obtención del producto final, pasando por la manufactura de éste.

1.1.1 Divisiones de Madeex S.A.

Actualmente Madeex S.A. cuenta con dos divisiones, Madeex Pallets Chile S.A e Industrial Madeex S.A. La primera se dedica a la elaboración y comercialización de *pallets*, *bins* y embalajes en general. A partir de madera de pino radiata, se fabrican productos de diversos tamaños, calidades y grados de terminación, en función de los requerimientos que tengan los clientes. Industrial Madeex S.A. por su parte se dedica a la elaboración de madera aserrada a partir también del árbol pino radiata.

1.1.2 Principales clientes

A continuación, se presentan los principales clientes de Madeex S.A según la división de productos finales elaborados.

- Principales clientes de Madeex Pallets Chile S.A.
 1. **CMPC:** es una compañía dedicada a la fabricación de productos de madera, celulosa, papeles y productos de embalaje, y productos *tissue* en Latinoamérica. Fundada en 1920 en Chile y posee clientes en 45 países.

Ilustración 2: Logo de CMPC



Fuente: (CMPC.cl, 2019)

2. **Soprole:** fue fundada en 1949 en los valles de la zona central de la región Metropolitana por un grupo de productores de leche natural. Actualmente Soprole se dedica a la fabricación de variados productos lácteos.

Ilustración 3: Logo de Soprole S.A.



Fuente: (Soprole, 2019)

3. **Chep Chile:** empresa que se dedica a impulsar cadenas de suministro de las empresas para hacer uso de plataformas de mayor calidad, permitiendo que sus clientes puedan conectarse con socios comerciales, reducir las necesidades de transporte, crear menos residuos y lograr numerosas ventajas derivadas de la estandarización.

Ilustración 4: Logo de Chep



A Brambles Company

Fuente: (ChepChile, 2019)

Ilustración 5: Pallets para Chep Chile



Fuente: (Madeex S.A., s.f.)

4. **Soquimich:** empresa privada que se dedica a la explotación, procesamiento y comercialización de nitrato de potasio y fertilizantes como yodo, potasio y litio.

Ilustración 6: Logo de Soquimich



Fuente: (Soquimich, 2019)

Para los cuatro clientes principales que tiene Madeex Pallets Chile S.A, a todos los abastece de *pallets* de diferentes medidas y funciones. Existen otros clientes, pero no con los mismos volúmenes de compra que solicitan las cuatro empresas descritas anteriormente.

- Cliente de Industrial Madeex S.A.
 1. **Madeex Pallets Chile S.A:** parte de la misma empresa, recibe toda la producción de madera aserrada producida en el aserradero de Madeex, con la finalidad de abastecer y asegurar la materia prima para producir los *pallets* y *bins*. Ambas empresas están separadas por una calle y se entregan los pedidos con dos días de anticipación o a veces, más.
 2. **Masisa S.A.:** es una empresa de productos de la madera con sede en Chile, pero está presente en varios países de Latinoamérica, dentro de los que destacan Brasil, Argentina y Perú. Masisa compra el chip que produce el astillador para posteriormente, elaborar paneles de madera prensada.



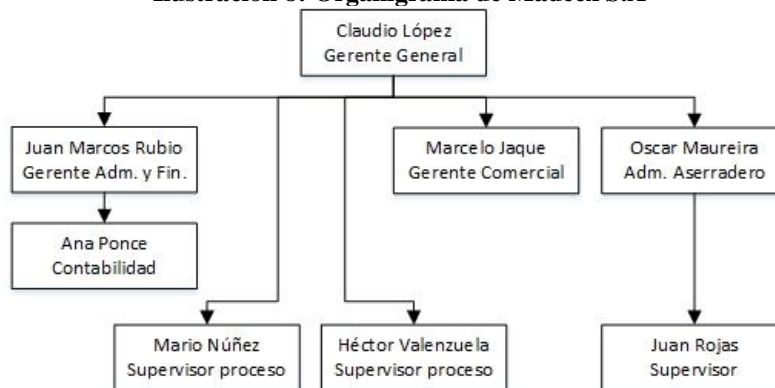
3. **CMPC Pulp:** forma parte de uno de los mayores grupos forestales de Latinoamérica. Desde sus plantas ubicadas en Chile y Brasil, produce alrededor de 4,0 millones de toneladas de celulosa anualmente (CMPC.cl, 2019).

1.1.3 Organigrama

Madeex nace como la visión de un profesional chileno ingeniero forestal, que como ya se mencionó, en el año 1995 creó la empresa para abastecer el mercado nacional de *pallets*, *bins* y madera dimensionada. Hasta el día de hoy se mantiene dueño de la empresa y, por lo tanto, cumple la función de gerente general. A medida que han pasado los años, la empresa se ha ido profesionalizando en cuanto a operación como también administrativamente, incluyendo personal para desempeñar funciones específicas, debido a las necesidades de una empresa

que crecía cada vez más. Es por eso, que actualmente se puede reconocer una jerarquía piramidal que se puede apreciar en la Ilustración 8. En relación a la ejecución del proyecto, este se desarrollará en el área del aserradero, estando bajo la supervisión de Juan Rojas y de don Oscar Maureira.

Ilustración 8: Organigrama de Madeex S.A



Fuente: Elaboración propia.

1.1.4 Ubicación

La empresa Madeex S.A. está ubicada en el kilómetro 272 de la Panamericana Sur, cruce la Palma en comuna de San Javier, región del Maule.

Ilustración 9: Ubicación de la empresa



Fuente: (Madeex S.A., s.f.)

1.1.5 Productos

A continuación, se presentan los diversos productos que fabrica en total la empresa Madeex S.A, los cuales consisten en *pallets*, *bins* y madera dimensionada, para producir los dos primeros productos.

1. **Pallets:** “plataforma horizontal rígida, que se emplea para almacenar, transportar y distribuir mercancías como cargas unitarias. Las ventajas de la paletización es que nos permite obtener importantes ahorros en los sistemas de distribución, minimización en los tiempos de carga y descarga; optimización del espacio en el almacenamiento; reducción del riesgo de rotura y pérdidas durante la manipulación de los productos” (Madeex S.A., s.f.).

Ilustración 10: Pallets



Fuente: (Madeex S.A., s.f.)

2. **Bins:** “contenedor de estructura cuadrangular no cubierta, destinada al transporte de productos hortofrutícolas” (Madeex S.A., s.f.).

Ilustración 11: Bins



Fuente: (Madeex S.A., s.f.)

3. **Madera dimensionada:** “conjunto de componentes de madera necesarios para armar una cantidad determinada de pallets o bins” (Madeex S.A., s.f.). Desde el aserradero, se envían a la otra división en diversas medidas según la cantidad de *pallets* o *bins* que necesiten producir.

Ilustración 12: Madera dimensionada



Fuente: (Madeex S.A., s.f.)

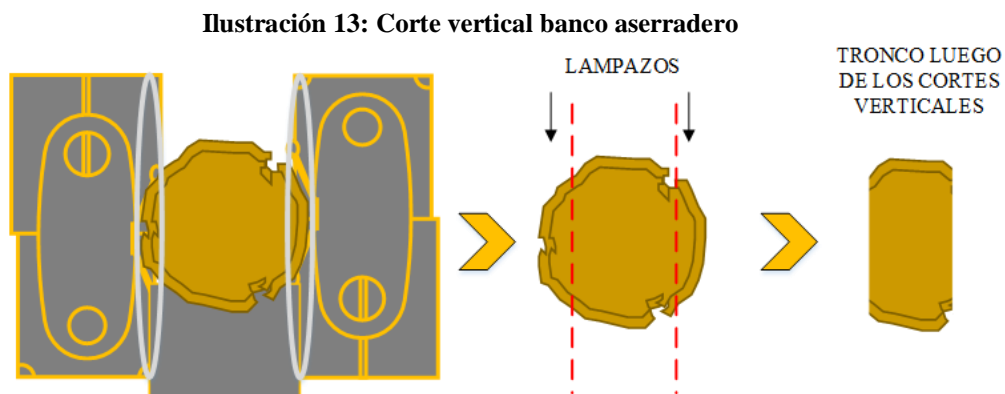
1.1.6 Proceso productivo

A continuación, se describen los diferentes procesos que involucran la manufactura de madera aserrada, considerando desde la recepción de las materias primas (troncos de pino radiata) hasta la obtención del producto final listo para su posterior venta. Los números al lado de cada ítem, son para identificar cada uno de los procesos en el *layout* de la Ilustración 18 y para visualizar aún más detalles de los elementos disponibles en la planta, se puede ver el Anexo 1: *Layout* completo de Industrial Madeex S.A.

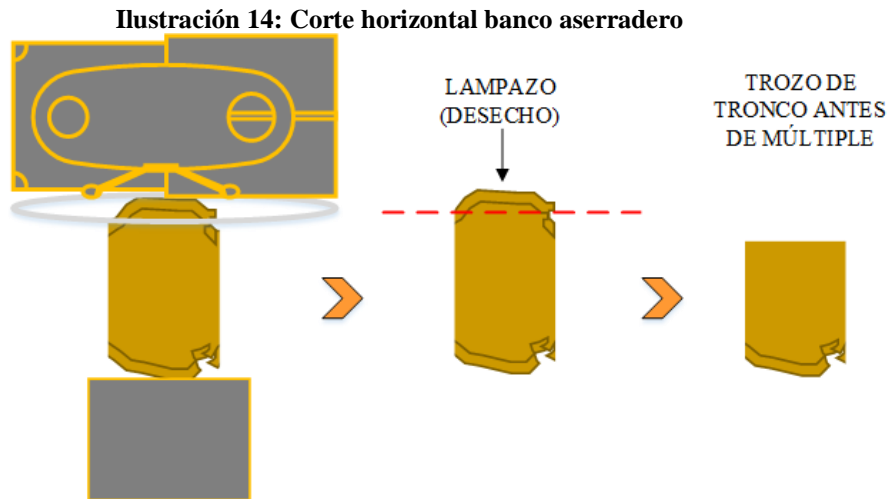
- **Recepcionar materia prima (1):** en esta etapa se realiza la recepción de todas las materias primas para producir madera aserrada y dimensionada. Luego, antes de ser almacenadas en el patio de acopio, se realiza una inspección para evaluar el estado de llegada de las materias primas.
- **Clasificación de troncos (2):** realizado por una máquina llamado trineumático, se procede a clasificar los troncos para dejarlos dispuestos para ser transportados a la línea productiva. Esta labor se lleva a cabo para obtener una mejor eficiencia al pasar los troncos por las diferentes máquinas cortadoras que componen el eje central de la

línea, según la orden de trabajo solicitada por el cliente, que en este caso corresponde a Madeex Pallets Chile S.A.

- **Transportar troncos clasificados al descortezador (3):** un cargador frontal desarrolla este papel pues posee una herramienta (garra) con mayor capacidad que la del trineumático, siendo capaz de transportar hasta la zona de recepción, un número entre 10 a 15 troncos.
- **Descortezado (4):** en este proceso se quitan las cortezas de los troncos de pino para que el palo resultante sea más liso y fácil de manejar cuando pase por el resto de las máquinas del aserradero. Su actividad no es fundamental porque igualmente se puede aserrar sin descortezar la materia prima, pero le agrega un valor porque genera mayor rapidez de procesamiento.
- **Banco aserradero (5):** corresponde a la primera y más fundamental máquina con que los troncos se encuentran en su paso por la línea productiva. Es donde se realizan los primeros dos cortes importantes a cada tronco. En el primero, se realizan dos cortes verticales (Ilustración 13) donde se separan dos lampazos (trozos de madera, ver glosario) y si llegasen a presentar aún material suficiente para seguir extrayendo tablas, estos lampazos son transportados al banco aserradero de 2 volantes cortadores. El segundo corte de tipo horizontal (Ilustración 14), deja un tronco en proceso de cara rectangular, listo para aplicar los demás cortes horizontales que se realizan en la máquina múltiple de 7 volantes horizontales dando origen a las tablas que se apilan al final de la línea para obtener los paquetes de madera aserrada.

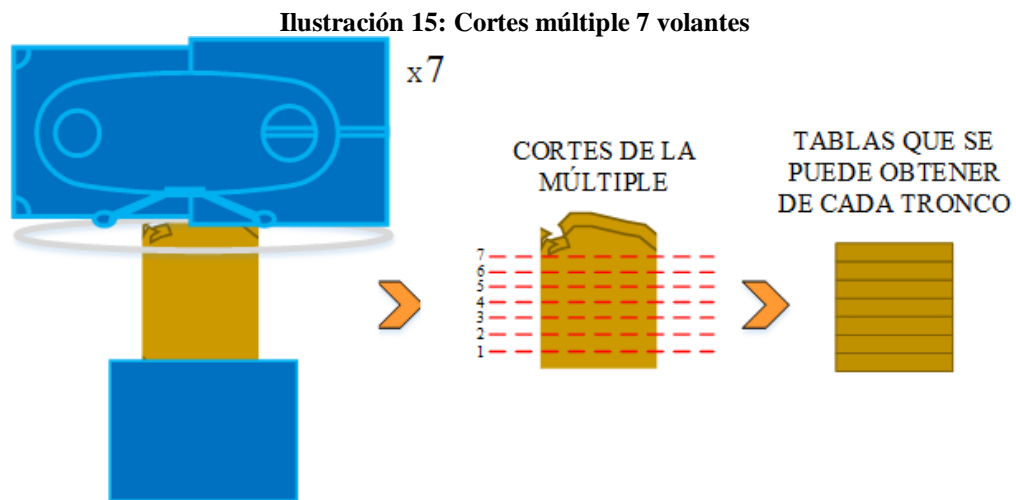


Fuente: Elaboración propia



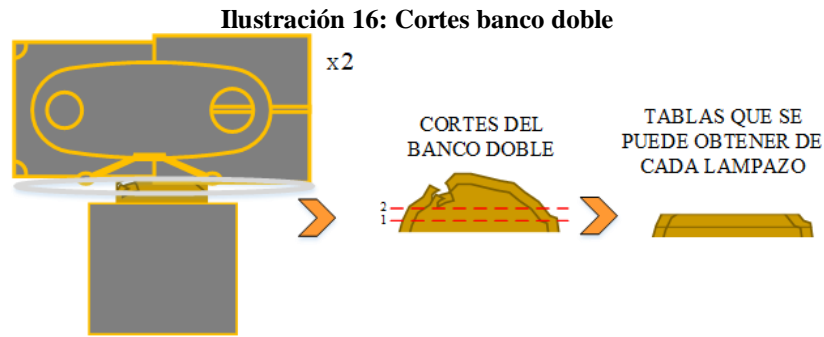
Fuente: Elaboración propia

- **Múltiple 7 volantes (6):** en esta operación se obtienen las tablas para poder apilarlas y obtener paquetes de madera aserrada. Su funcionamiento se basa en 7 volantes horizontales con huinchas metálicas cortadoras dispuestos en serie, entonces luego de que el tronco en proceso pasa por cada volante, se genera el corte necesario para obtener cada tabla.



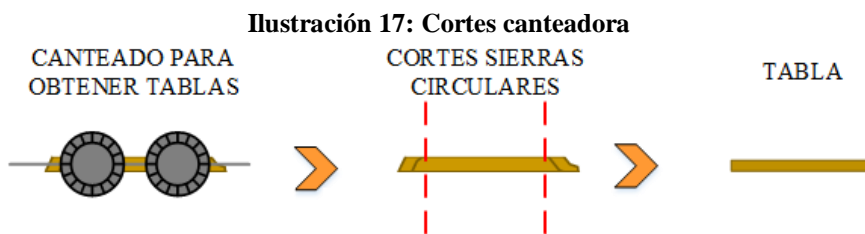
Fuente: Elaboración propia

- **Banco aserradero 2 volantes (7):** aquí llegan los lampazos con suficiente material para poder extraer hasta 4 tablas más de cada tronco utilizado para generar el producto final (cada tronco genera 2 lampazos luego de los cortes verticales en el primer banco aserradero). El corte de cada volante se realiza de forma horizontal.



Fuente: Elaboración propia

- **Canteado (8):** como los lampazos aún poseen los lados irregulares por la forma de los troncos (pues los troncos no son cilíndricos perfectos), se quitan las orillas usando dos sierras circulares que están en el interior de una máquina canteadora (Ilustración 17), que están separadas según el ancho necesario para obtener una tabla.



Fuente: Elaboración propia

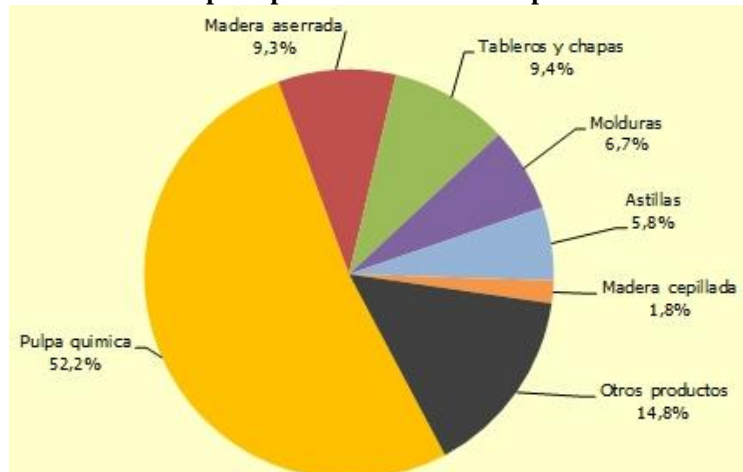
- **Apilamiento, transporte y almacenaje del producto final (9):** posteriormente a la producción obtenida luego del múltiple 7 volantes y de la canteadora, operarios toman las tablas desde una cinta transportadora industrial para apilar la madera aserrada en paquetes. Estos paquetes son transportados y almacenados en el patio que dispone la empresa para almacenar también su materia prima, pero el producto terminado se dispone en un sector que está pavimentado. El transporte lo realiza un montacargas.
- **Trozado (10):** con la ayuda de un trozador múltiple que dispone de un conjunto de sierras circulares en paralelo, se cortan una por una cada tabla de las cuales se desean obtener trozos más pequeños para luego, poder realizar en la otra división de Madeex S.A., los *pallets* de tamaño menor en comparación a los de dimensión estándar.
- **Astillador (11):** debido a que en la gran mayoría de las operaciones del aserradero se producen desechos provenientes de los troncos usados para obtener madera

dimensionada, y con la finalidad de obtener el máximo de utilidades económicas, es que los remanentes son depositados en una cinta transportadora dispuesto a lo largo de la planta y que mueve estos desechos hacia una máquina astilladora, el cual posee un disco con 6 cuchillas girando a alta velocidad y así obtener astillas o chip. Este subproducto se vende a externos para elaborar, por ejemplo, paneles de madera prensada.

1.2 Industria forestal en Chile

En la zona centro-sur de Chile se desarrolla de gran manera y de muchas variantes, la industria forestal. Al año 2018 solo en productos forestales exportados, representó comercializaciones por US\$6.838 millones, donde los porcentajes de estos principales productos se presentan en el gráfico a continuación:

Gráfico 1: Principales productos forestales exportados en el 2018

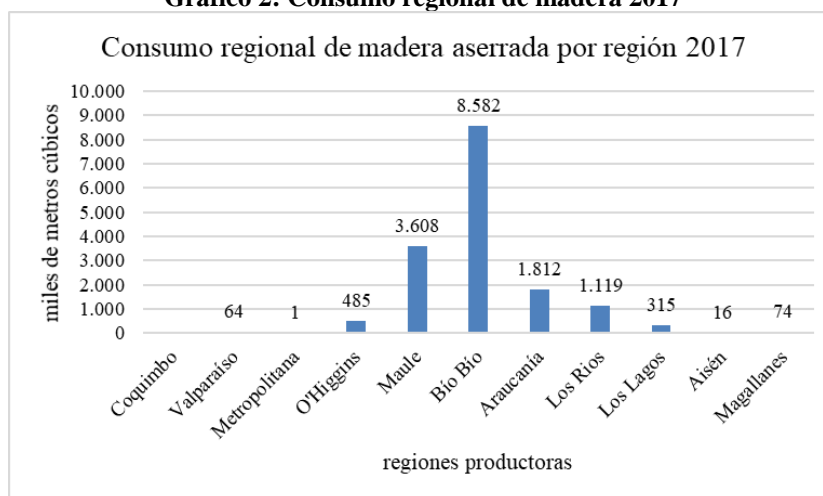


Fuente: (Instituto Forestal, 2019)

Según datos de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) del Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile, al año 2016 había 2.414.208 hectáreas de bosques plantados, de las cuales el 57,6% correspondían a plantaciones de pino radiata, tipo de árbol usado como materia prima para la obtención de madera dimensionada en el aserradero de Industrial Madeex S.A. Luego, para el mismo año y considerando solo la cantidad de hectáreas plantadas de pino radiata, un 40,5% de los bosques estaban en la región del Bío Bío, un 27,2% en la región del Maule y un 18,4% de las plantaciones de pino en la región de La Araucanía (ODEPA, 2018).

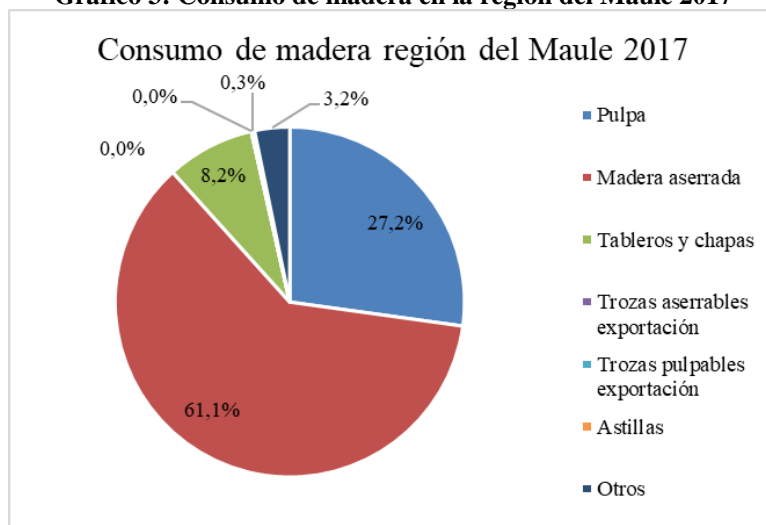
De la misma base de datos, para el año 2017 en Chile se consumieron un total de 16.076.000 de metros cúbicos de madera aserrada, donde un 22,4% corresponde a la séptima región y un 53,4% a la región del Bío Bío. En el Gráfico 2 se puede visualizar el consumo regional comprendidos entre la cuarta región de Coquimbo hasta la región de Magallanes ya que en estas zonas se realizó la actividad de manufacturar madera en diferentes formas como por ejemplo, pulpa, madera aserrada, astillas, otros, etc. Posteriormente, en los siguientes gráficos circulares, se presenta información estadística sobre estas mismas actividades nombradas anteriormente, pero de forma específica en las dos regiones con mayor actividad forestal del país.

Gráfico 2: Consumo regional de madera 2017



Fuente: Elaboración propia en base a (ODEPA, 2018).

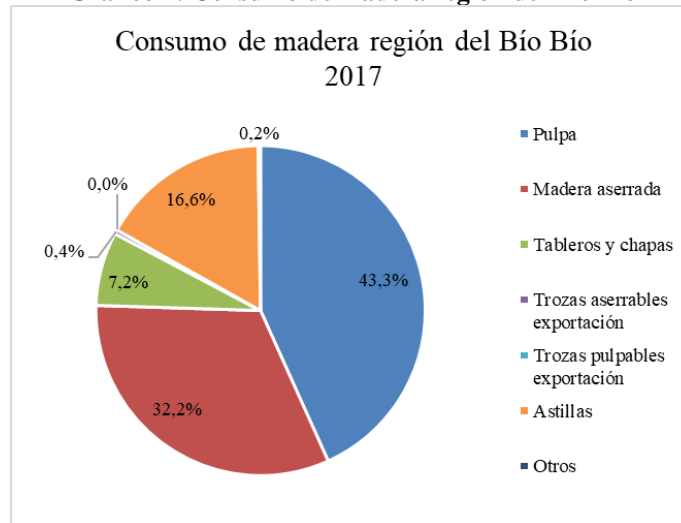
Gráfico 3: Consumo de madera en la región del Maule 2017



Fuente: Elaboración propia en base a (ODEPA, 2018).

Se puede distinguir que en la región del Maule la actividad con mayor consumo de madera es el aserrío debido a la gran cantidad de plantas ubicadas en las cercanías de la ciudad de Constitución por ejemplo y la propia planta Arauco-Viñales. Para la región del Bío Bío es la producción de pulpa, porque la misma forestal Arauco posee varias plantas de procesamiento para elaborar este producto.

Gráfico 4: Consumo de madera región del Bío Bío



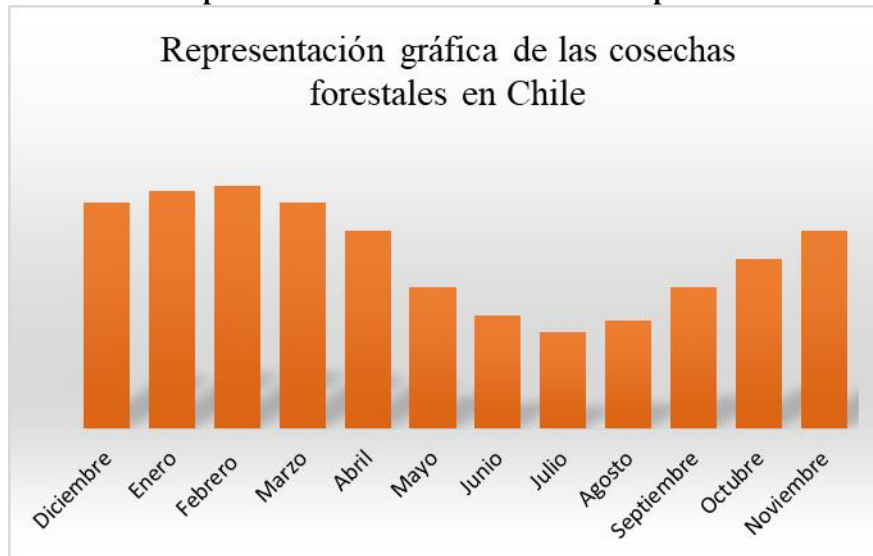
Elaboración propia en base a (ODEPA, 2018).

En el Anexo 11 y Anexo 12 se muestran la ubicación geográfica de las empresas presentes al año 2018 según a la actividad que se dedican, con respecto a la simbología del Anexo 10, para la séptima y octava región respectivamente para contextualizar aún más el desarrollo de la industria forestal en las zonas de mayor manufactura de madera en Chile.

Con respecto a las temporadas de cosechas de especies comercializables para la producción de madera en Chile, las temporadas de verano presentan las mejores condiciones climatológicas para las faenas forestales debido a que los costos por explotación son menores. Es así que lo asegura el Ingeniero Agrónomo Doctor Gustavo Daniluk Mosquera al mencionar en un documento de su autoría lo siguiente “otro elemento a tener en cuenta es el clima, principalmente a las que hace referencia lluvias y vientos, ya que influyen considerablemente sobre los costos, períodos y rendimientos de cosecha de las diferentes actividades” (Daniluk, s.f.). Esta mayor oferta que se presenta en los meses de verano debido

a que los vendedores de madera para industrias tienen menores costos, se puede ilustrar en el siguiente gráfico.

Gráfico 5: Representación ilustrativa de las cosechas por mes en Chile



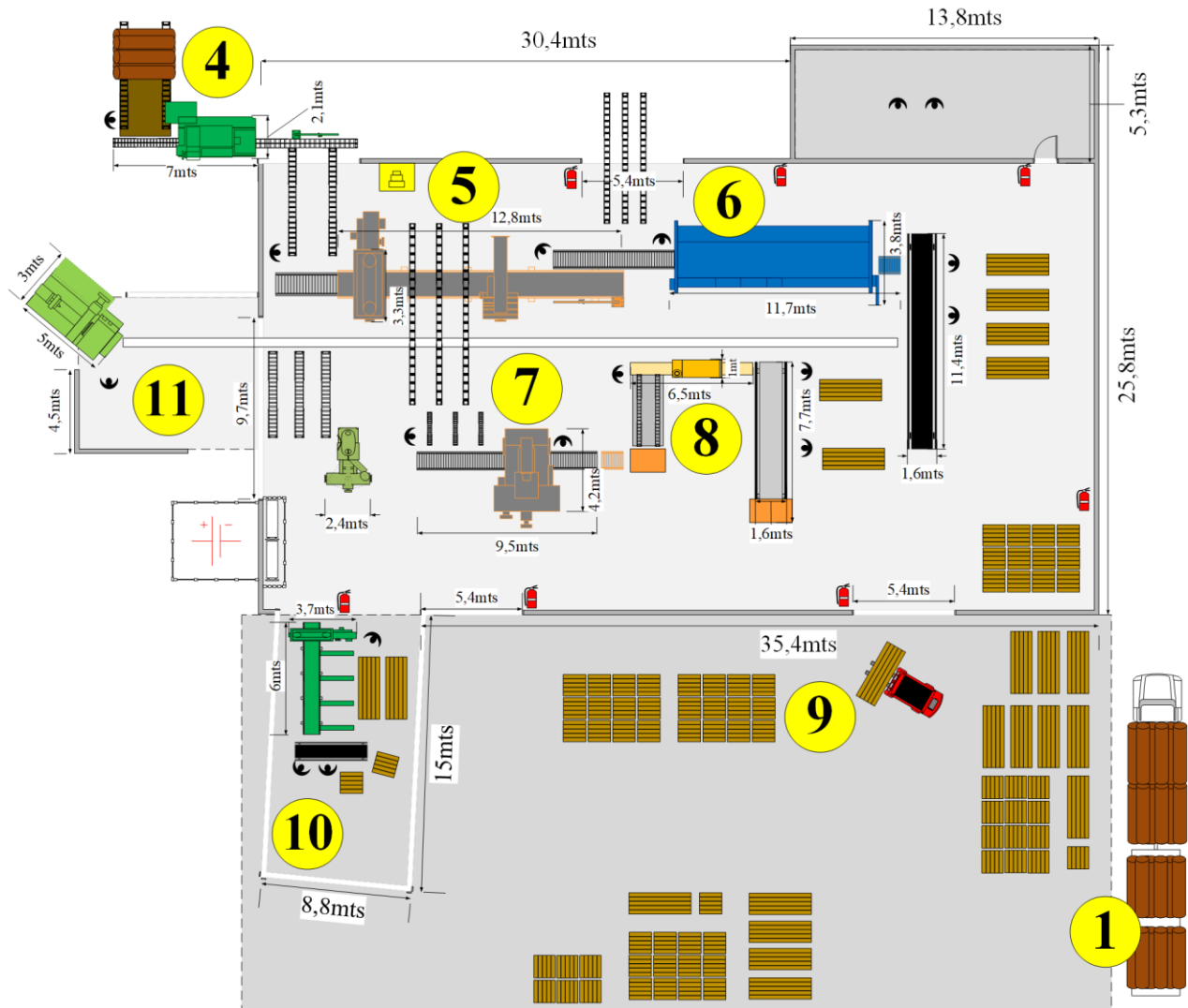
Fuente: Elaboración propia en base a (Daniluk, s.f.)

Si bien corresponde a una ilustración que permite visualizar una contextualización del comportamiento de la cantidad de faenas forestales en Chile se muestra que, durante los meses más secos en Chile es más propicio para la explotación de bosques ya que representa una menor inversión en los elementos necesarios y obligatorios para la extracción de madera.

1.3 Lugar de aplicación

El desarrollo del presente proyecto de mejoramiento, se realizará en el aserradero de la empresa Industrial Madeex S.A., ubicada en la ruta L-16 con cruce La Palma en la comuna de San Javier, región del Maule. El proceso productivo cuenta con dos líneas de producción. La principal es donde se obtiene la mayor cantidad de tablas para hacer los paquetes ya que de cada tronco y luego de pasar por las máquinas banco aserradero (5) y múltiple 7 volantes (6), por esta línea pasa un 60% de cada materia prima. De la línea secundaria, se recuperan un 20% de cada lampazo para obtener de 1 a 2 tablas más, con la salvedad que, desde aquí siempre se obtienen la misma medida de ancho para cada producto final (procesos 7 y 8).

Ilustración 18: Layout del aserradero de Industrial Madeex S.A.



Fuente: Elaboración propia

1.4 Descripción de la problemática

Por eficiencia se entiende hacer algo con el costo más bajo posible. En términos generales, el objetivo de un proceso eficiente es producir un bien o dar un servicio con la menor entrada de recursos (Chase & Jacobs, 2019).

De la situación actual del aserradero de Industrial Madeex S.A. y así como en la mayoría de las empresas, se puede desprender que este concepto es de gran importancia al momento de querer mantener el valor de este indicador lo más alto posible, pues estaría mostrando y tiene relación, con la utilización de la maquinaria necesaria para el aserrío de la

madera de pino radiata, que en otras palabras corresponde a un mayor nivel de productividad en el tiempo disponible en el único turno diario. Es así entonces que en esta división de Madeex S.A., se pretende que el funcionamiento de las máquinas del aserradero sea de forma continua y solamente se detengan cuando sea estrictamente necesario como, por ejemplo, para un cambio de dimensión de cortes, ya que se necesitan cambiar las medidas del producto final según los requerimientos por parte del cliente Madeex Pallets Chile S.A.

Todas las maquinarias presentes en el aserradero de Industrial Madeex S.A. son de carácter semiautomático y, por lo tanto, requieren de la intervención de por lo menos un trabajador para que se ejecuten las labores requeridas para cada equipo. Entonces es muy recurrente que las máquinas presenten detenciones debido al error humano, a la antigüedad de las mismas y originadas de la propia actividad de aserrar madera pues es una labor de trabajo tosco y de mucho esfuerzo para los componentes de cada equipo ya que están sometidos a una constante exigencia. A esto se le agrega que se realizan tareas mayoritariamente correctivas de mantenimiento, entonces cada vez que hay alguna paralización de alguna máquina y como la línea productiva es continua, hay ocasiones que se deben detener el resto de las máquinas, sin que estas hayan fallado.

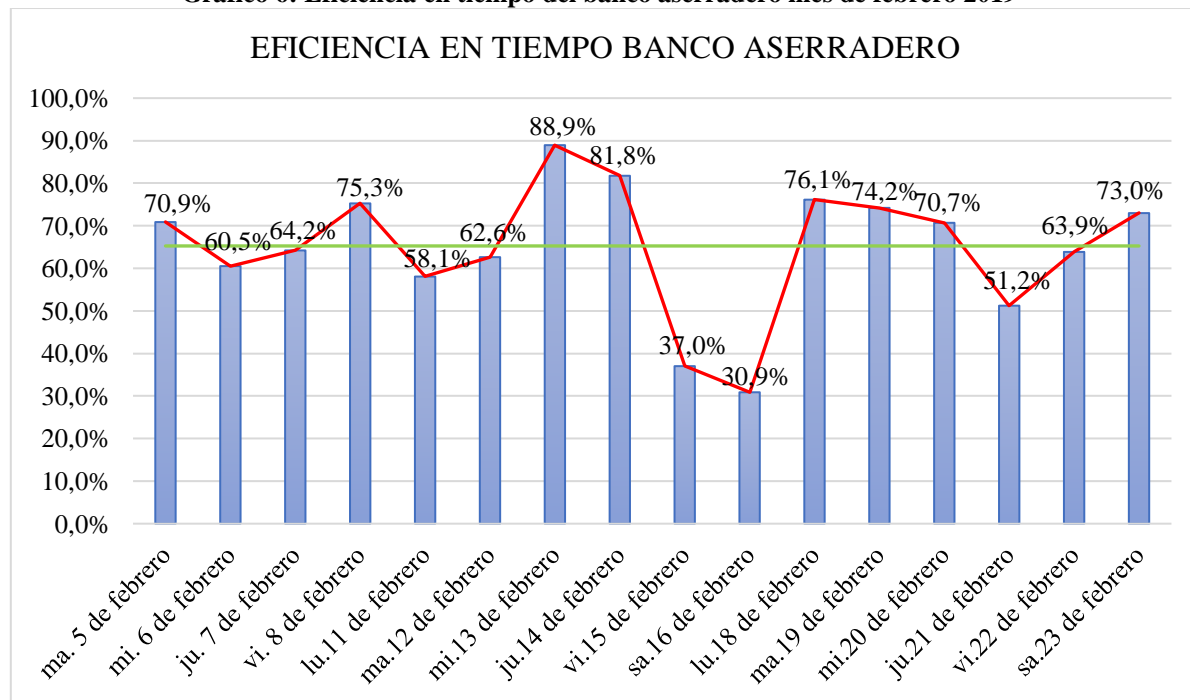
Lógicamente, se espera por parte de la empresa que los niveles de productividad de metros cúbicos manufacturados de madera sean altos, donde las tasas de utilización de las máquinas también sean congruentes a estos valores de producción. Por otra parte, está el objetivo de reducir lo más posible los costos de operacionales del aserradero, por lo cual existen ocasiones que se espera que las piezas y/o componentes de la maquinaria falle para corregirla en vez de prevenir y así poder mantener el nivel productivo.

Debido a la experiencia y a la recurrencia de las detenciones en la planta, es de conocimiento para la administración, las principales y más graves detenciones que involucran a cada uno de los equipos. Es así que para poder magnificar y saber que tanto afecta en la productividad estas paralizaciones, es que en el mes de febrero del 2019 se realizó un estudio de tres semanas para registrar en tiempo y hechos, las diferentes detenciones de las máquinas del aserradero. Esta investigación consistió básicamente en anotar la cantidad de minutos y el motivo de las interrupciones para luego digitalizar esta información en una planilla de

Excel y calcular las eficiencias diarias para cada máquina. La base de información se considera apropiada para hacer conclusiones y análisis posteriores porque se tiene que, en febrero al pertenecer a la temporada de verano, existen menos agentes externos que afectan el funcionamiento de la planta. Por ejemplo, no tiene la restricción horaria por el uso de la energía eléctrica que se impone en invierno, existe un aseguramiento de la materia prima porque en verano se realiza el apogeo de las faenas forestales para explotar madera y por último se asegura la producción de *pallets*, por ende, la necesidad de producir madera dimensionada en el aserradero.

En el gráfico a continuación, se puede apreciar el resultado de este estudio expuesto a través de un gráfico de barras, usando como ejemplo el proceso número cinco de la sección 1.1.6 Proceso productivo.

Gráfico 6: Eficiencia en tiempo del banco aserradero mes de febrero 2019



Fuente: Base de datos de estudio de tiempos de las detenciones de las máquinas del aserradero

La línea verde en el gráfico anterior, representa el promedio de 65,3% de eficiencia en tiempo en el cuál la máquina estuvo trabajando durante el estudio en las tres semanas.

En la Tabla 1, se puede visualizar un cuadro resumen de los tiempos, cantidad de detenciones según categorización de leve o grave y el registro de la dimensión de los troncos

de pino radiata aserrados en los días en cuestión. Estos cuadros resumen luego del estudio, fueron generados por máquina porque era una forma sencilla para que la gerencia de la empresa pudiera revisar la actividad de los equipos durante las tres semanas. Así, si algún día llamaba la atención, por ejemplo, el día viernes 15 de febrero, posteriormente se podría ir a ese día en particular, en la planilla de “banco aserradero” y ver en detalle los comentarios hechos para saber que ocurrió para que dicha maquinaria presentara una eficiencia de 37%.

Tabla 1: Resumen de tiempos banco aserradero febrero 2019

| 3 | BANCO ASERRADERO | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|----------------|-------------|-------------|----------|
| | Eficiencia | Horas efectivas | Tiempos muertos | Detenciones leves (cant.) | Detenciones graves (cant.) | Madera verde | Madera quemada | 3,20 metros | 2,44 metros | 4 metros |
| ma. 5 de febrero | 70,9% | 6 horas y 44 minutos | 2 horas y 46 minutos | 8 | 2 | - | X | X | - | - |
| mi. 6 de febrero | 60,5% | 5 horas y 45 minutos | 3 horas y 45 minutos | 7 | 7 | X | - | X | - | X |
| ju. 7 de febrero | 64,2% | 6 horas y 6 minutos | 3 horas y 24 minutos | 8 | 5 | X | - | X | - | - |
| vi. 8 de febrero | 75,3% | 7 horas y 9 minutos | 2 horas y 21 minutos | 6 | 6 | X | - | X | - | - |
| Semana 1 | 67,7% | 25 horas y 44 minutos | 12 horas y 16 minutos | | | | | | | |
| lu. 11 de febrero | 58,1% | 5 horas y 31 minutos | 3 horas y 59 minutos | 11 | 10 | X | - | - | X | - |
| ma. 12 de febrero | 62,6% | 5 horas y 57 minutos | 3 horas y 33 minutos | 5 | 5 | X | X | X | X | - |
| mi. 13 de febrero | 88,9% | 8 horas y 27 minutos | 1 hora y 3 minutos | 7 | 1 | - | X | X | - | - |
| ju. 14 de febrero | 81,8% | 7 horas y 46 minutos | 1 hora y 44 minutos | 7 | 5 | - | X | X | - | - |
| vi. 15 de febrero | 37,0% | 3 horas y 31 minutos | 5 horas y 59 minutos | 4 | 4 | X | - | X | X | - |
| sa. 16 de febrero | 30,9% | 1 hora y 28 minutos | 3 horas y 17 minutos | 0 | 3 | X | - | X | - | - |
| Semana 2 | 59,9% | 32 horas y 40 minutos | 19 horas y 35 minutos | | | | | | | |
| lu. 18 de febrero | 76,1% | 7 horas y 14 minutos | 2 horas y 16 minutos | 7 | 6 | | | X | - | - |
| ma. 19 de febrero | 74,2% | 7 horas y 3 minutos | 2 horas y 27 minutos | 1 | 5 | X | X | X | - | - |
| mi. 20 de febrero | 70,7% | 6 horas y 43 minutos | 2 horas y 47 minutos | 5 | 5 | X | X | X | X | - |
| ju. 21 de febrero | 51,2% | 4 horas y 52 minutos | 4 horas y 38 minutos | 3 | 3 | X | X | - | X | - |
| vi. 22 de febrero | 63,9% | 6 horas y 4 minutos | 3 horas y 26 minutos | 2 | 7 | X | X | X | - | - |
| sa. 23 de febrero | 73,0% | 3 horas y 28 minutos | 1 hora y 17 minutos | 0 | 3 | - | X | X | - | - |
| Semana 3 | 68,2% | 35 horas y 24 minutos | 16 horas y 51 minutos | | | | | | | |
| TOTAL | 65,3% | 93 horas y 48 minutos | 48 horas y 42 minutos | | | | | | | |

Fuente: Base de datos de estudio de tiempos de las detenciones de las máquinas del aserradero

Industrial Madeex S.A. tiene un turno diario de lunes a viernes de 8.00 a 18.00 horas, con una hora extra a las 7.00am. (todo el año tras un acuerdo firmado con la ACHS) y otra hora extra de 18:00 a 19:00 horas solo en el horario de verano, debido a restricciones por el uso de la energía eléctrica de industrias. También se desempeñan funciones los días sábados de 7:00 a 12:00 horas. La hora de colación es de 13:00 a 14:00 horas y se dan dos descansos de 15 minutos, uno en la jornada de la mañana y otro en la tarde. Ahora, una vez contextualizado los horarios y luego de descontar las pausas legales y de la política de la empresa, el tiempo disponible para cada día de lunes a viernes fue de 9 horas y 30 minutos y el día sábado de 4 horas y 45 minutos. Conociendo el tiempo de trabajo efectivo de utilización para cada máquina gracias al estudio y sabiendo los datos mencionados anteriormente, se pudo calcular

la eficiencia para cada máquina. Cabe destacar que las 9,5 horas disponibles de lunes a viernes, consideró el tiempo entre las 7.00 y 18.00 horas porque si bien no había restricción de la energía eléctrica en febrero, hubo días en que se decidió no realizar la segunda hora extra de la tarde y por lo tanto para mantener todo *ceteris paribus*, se estudió hasta las seis de la tarde porque era seguro que cada día la jornada podía finalizar a esta hora. Sí se continuaba, se consideraba para el conteo del tiempo efectivo hasta el minuto 59 de la hora 17 de cada día.

Es de esperar que la empresa quiera mejorar el indicador de eficiencia para cada máquina del aserradero. Es así que desean una eficiencia cercana al 80% por equipo para tener como referencia y tener como meta, 7 horas con 36 minutos de tiempo efectivo de trabajo, tomando como total disponible las 9,5 horas. Es relevante mencionar y tomando como ejemplo la eficiencia promedio de 65,3% del banco aserradero durante el estudio, que este valor es correspondiente al nivel de automatización visible actualmente en la planta, pues son máquinas con años de uso donde incluso algunas ya han depreciado su vida útil completa, pero aún cumplen de buena forma con la capacidad productiva que necesita Industrial Madeex S.A. para satisfacer la demanda de su cliente.

Como posibles vías de solución sería abordar la problemática y resolver, usando algunas herramientas de *lean manufacturing* para lograr solucionar el problema de mantenimiento. Por lo tanto, el presente proyecto de mejoramiento tendría un carácter de aplicación práctica ya que se pretende diseñar un plan de implementación para mejorar los procesos productivos de la planta. Debido al conocimiento previo del conjunto de herramientas de *lean manufacturing*, TPM podría ser una buena elección porque algunos de sus ocho pilares abarcar el tema del mantenimiento.

Luego de diseñar una solución a través de un plan de implementación, se espera realizar una evaluación económica para ver cuánto costaría realizar el plan de implementación que permita mejorar la eficiencia de los procesos del aserradero.

Las consecuencias que traerían la no solución de la problemática, provocarían que el aserradero no genere cambios y siga funcionando en el estado actual de operación, o sea que la tasa de utilización de las máquinas, expuestas a través de la eficiencia porcentual de cada

una con respecto a los tiempos efectivos de uso, no sean los esperados. Puede ser que los cambios no tengan la necesidad de aplicarlos con urgencia ya que el nivel productivo alcanza para responder con la demanda del cliente, pero esto representa un costo de oportunidad negativo al perder la ocasión de ser más eficientes en cuanto a su capacidad de producción, lo que a futuro podría significar una conveniencia pues se podría desde ya estar preparados ante un aumento en la demanda de *pallets* y, por ende, de su materia prima para poder fabricarlos involucrando así, a Industrial Madeex S.A.

Para finalizar, el proyecto de mejoramiento es importante para el área de producción de madera dimensionada y sus trabajadores porque permitirá mejorar los procesos internos, implicando a las máquinas que en el aserradero se utilizan y también al personal administrativo porque depende de ellos, hacer que la planta logre sus metas de producción y supervisar que las actividades se lleven a cabo de forma adecuada y eficiente.

1.5 Objetivo general

Diseñar un plan de implementación basado en las herramientas de Mantenimiento de la Productividad Total y 5S, con el objetivo de mejorar los procesos productivos del aserradero de Madeex S.A. en la obtención de madera dimensionada.

1.6 Objetivos específicos

- I. Realizar un análisis de la situación actual de la empresa para constituir las bases del trabajo de mejoramiento.
- II. Definir la problemática con el fin de evaluar las herramientas de solución adecuadas que permitan mejorar los procesos productivos del aserradero.
- III. Diseñar una metodología de implementación para establecer propuestas de mejora en las actividades de mantenimiento de las máquinas de Industrial Madeex S.A.
- IV. Realizar una evaluación con la finalidad de valorar económicamente el impacto del proyecto de mejoramiento.

1.7 Alcance

El desarrollo del proyecto se focaliza directamente en la manufactura de la madera aserrada, involucrando de esta forma, a las máquinas disponibles en el aserradero que cumplen la finalidad de obtener los paquetes de tablas al final del proceso. Para ser más específicos, son los procesos productivos que van desde el descortezado hasta el almacenamiento del producto final. Igualmente se considerará el servicio de dimensionado porque para esto, se utiliza una máquina trozadora múltiple en la cual trabajan de dos a tres personas.

De igual forma es relevante mencionar, que se requiere que el personal de administración del aserradero esté involucrado con el desarrollo del proyecto debido a diversas necesidades, por ejemplo, con la facilitación de información esencial para tener las consideraciones pertinentes al momento de realizar el diseño del plan de implementación o en la inclusión de las actividades propuestas.

1.8 Resultados tangibles esperados

Con la realización del siguiente informe del proyecto de mejoramiento para optar a la titulación de la carrera de Ingeniería Civil Industrial, se esperan los siguientes resultados tangibles:

- I. Un plan de implementación para organizar las actividades en la empresa Industrial Madeex S.A.
- II. Elementos y herramientas físicas disponibles en las instalaciones de la planta que demuestran la estructura base de la metodología diseñada para poder hacer control visual al interior de la empresa.
- III. Manuales de información y reglamento para hacer mantenimiento de las maquinarias de Industrial Madeex S.A
- IV. Formalización del proceso productivo y el plano de instalaciones de la planta.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

A continuación, se desarrolla el marco teórico que se relaciona con la problemática identificada en el capítulo anterior. Para lograr este propósito, se presenta algunas de las herramientas de la filosofía lean manufacturing que poseen el potencial de entregar una solución al problema, también el marco teórico para realizar diagnósticos, elaborar el propio desarrollo que sustenta el proyecto, etc. Además, se muestra la metodología adecuada para poder elaborar el plan de implementación que permita a la empresa Industrial Madeex S.A. mejorar sus procesos productivos.

2.1 Marco teórico

A continuación, se presenta el marco teórico que sustenta el presente proyecto de mejoramiento aplicado a la empresa Industrial Madeex S.A. En primer lugar, se muestran las alternativas asociadas con la filosofía *lean manufacturing* y que podrían solucionar teóricamente la problemática. Por lo tanto, se hace una breve descripción de este pensamiento conocido también como producción limpia a modo de introducción. Luego, se pueden visualizar el marco teórico relacionado con las actividades de diagnóstico, las correspondientes a las herramientas o metodologías para llevar a cabo el desarrollo de las acciones de mejoramiento y las herramientas para realizar la evaluación económica

2.1.1 Filosofía *lean manufacturing*

Conocida también como manufactura esbelta, cero desperdicios o producción ajustada, el pensamiento de *lean manufacturing* es un modelo de gestión que tiene como foco minimizar las pérdidas y donde a la vez, maximiza la generación de valor en el producto que tiene como destino el cliente final. Se basa comúnmente, en siete principios que se muestran a continuación:

1. Definir el flujo de valor desde la perspectiva del cliente.
2. Identificar este flujo de valor.
3. Optimizar el flujo y que fluya sin impedimentos, minimizando los desperdicios.
4. Privilegiar un proceso de tipo *pull*, o sea producir lo necesario en base a lo que es solicitado.
5. Buscar la mejora continua y la perfección.
6. Desarrollar relaciones a largo plazo con empresa relacionadas.
7. Ser capaz de ser flexible y saber reaccionar de forma rápida ante situaciones adversas cuando se produce en menores volúmenes.

2.1.2 Alternativas de herramientas *lean* de solución a la problemática

En la siguiente sección se procede a describir de forma general las herramientas que podrían dar solución a la problemática. Principalmente aquí se encontrará los beneficios que generan

y la información se complementa con la sección 2.1.6 Selección de las herramientas para el diseño del plan de implementación porque se describe luego de la Tabla 2, como las herramientas pueden solucionar los problemas que se identifican en el proceso productivo del aserradero.

1. **JIT:** el método justo a tiempo (*Just in Time*) es un sistema de organización de la producción para las fábricas, de origen japonés. También conocido como método Toyota o JIT, permite aumentar la productividad. Permite reducir el costo de la gestión y por pérdidas en almacenes debido a acciones innecesarias. De esta forma, no se produce bajo suposiciones, sino sobre pedidos reales. Una definición del objetivo del Justo a Tiempo sería: producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan (Pérez, 2012).
2. **DMAIC:** metodología que se enfoque en la resolución de problemas para identificarlos de gran forma. Sus iniciales representan las actividades que se deben ejecutar para hacer DMAIC, las cuales son: definir, medir, analizar, mejorar (*improve*) y controlar.
3. **SMED:** el cambio rápido es una técnica usada en la puesta a punto (*setup*) y cambio de formato de la maquinaria y equipo encargado de la fabricación, la cual tiene como objetivo analizar, simplificar y flexibilizar las preparaciones que se realizan antes, durante y después del arranque y parada de los equipos por cualquiera de estos dos fines, con el objetivo de llevar al mínimo los tiempos requeridos (Loiaza, 2012). De sus siglas en inglés (*single minute exchange of die*), hace referencia a que los cambios de datos o formatos deben realizarse en menos de 10 minutos y para su creador, el Dr. Shigeo Shingo, cuando estos cambios tardaban minutos de más de dos dígitos, son considerados un desperdicio de tiempo.
4. **TPM:** es una adaptación del mantenimiento productivo occidental, al que los japoneses han añadido la palabra total para especificar que el conjunto del personal de producción debe estar implicado en las acciones de mantenimiento y, asimismo, que deben ser integrados los aspectos relacionados con el mantenimiento de equipos, preparación de equipos, calidad, etc., que tradicionalmente se trataban de forma separada. Esta situación genera en los operarios un ambiente de responsabilidad en

relación con la seguridad y el funcionamiento de su puesto de trabajo, involucrando a los trabajadores en tareas de mantenimiento, induciéndolos a prevenir averías y, en definitiva, involucrándoles en el objetivo más general de la mejora continua. (Logística Aplicada, 2012).

TPM es el mantenimiento productivo realizado por cada uno de los trabajadores de una empresa, donde tiene como base la mejora de los equipos y su rendimiento para así, estos se mantengan en su punto máximo de efectividad. De igual forma, debe involucrar a toda la organización pues exige que la iniciativa de las acciones y/o actividades involucradas a esta herramienta, transmitan e instruyan de forma adecuada la filosofía de trabajo al resto de la empresa y que se alineen con los objetivos generales que son: aumentar la productividad de los equipos, personal y de la planta en general; ofrecer seguridad a los procesos y a quiénes los ejecutan; evitar las detenciones improductivas y resguardar el entorno.

Con respecto a las metas del TPM, se espera que se logren mejoras en la relación hombre-máquina y de las condiciones de los espacios de trabajo. La primera hace referencia a que el trabajador no debe limitarse a solo ejecutar las tareas para operar el equipo, sino que también debe conocer las condiciones de operación dentro de las cuales la máquina funciona en su estado óptimo. Para la segunda meta, posee la dirección de inculcar que los operadores sientan la responsabilidad de cuidar de sus puestos de trabajo y de las condiciones laborales que los involucran. A partir de estas dos metas mencionadas, nacen las denominadas metas cero: cero accidentes, cero defectos, cero averías y cero fallas; que por sus nombres se derivan, promueven que la cantidad de ocurrencias de esos elementos en los equipos sean nulos.

El Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (en sus siglas en inglés JIPM) define un conjunto de componentes estratégicos que involucra la herramienta de TPM:

- Crear una organización que maximice la eficacia de los sistemas de producción.

- Gestionar la planta a través de una organización que evite todo tipo de pérdidas en la vida entera de los sistemas de producción.
- Involucrar a todos los departamentos de la empresa en la implementación de TPM, desde alta gerencia hasta los operarios de la planta en un mismo proyecto.
- Orientar decididamente las acciones hacia las “cero pérdidas” apoyándose en las actividades de los pequeños grupos.

Con el objetivo de alcanzar estas metas cero, se propone que a través del TPM se eliminen estas fuentes que no generan valor. Estas conocidas e identificables grandes pérdidas son la principal fuente de que los equipos no lleguen a una alta efectividad, por lo tanto, se tratan de eliminar a través de acciones preventivas. Las seis grandes pérdidas se describen a continuación:

- **Pérdidas por ajustes en las máquinas.** Este tipo de pérdida se genera cuando se ejecutan tareas de preparación para nuevos procesos y que involucran al equipo y a sus componentes. Las actividades de cambios de formatos generalmente tardan más de lo normal, formando las pérdidas, cuando existe escases de protocolos, procedimientos y/o personal no calificado.
- **Pérdidas por fallas y averías en los equipos.** Estas pérdidas afectan directamente a la eficiencia de los equipos pues pueden producirse por diversos factores. Existen dos tipos de averías, las que producen una pérdida total del equipo y que no permiten que siga funcionando y las averías que ocurren con mayor frecuencia, pero que permiten que el equipo siga cumpliendo sus funciones de forma reducida lo que provoca que, a más tardar, el equipo se vaya dañando donde puede verse implicado una pérdida en la calidad del producto final.
- **Pérdidas por detenciones menores.** Son las pérdidas que se producen por detenciones o problemas menores de los equipos, las cuáles no son consideradas como desventajas concretas pues toman períodos cortos de tiempo y son rápidas para encontrarles una solución.

- **Pérdidas por baja en la velocidad de operación.** Se generan mayoritariamente debido al desconocimiento por parte de los operadores de los equipos, de la velocidad ideal de funcionamiento sugerida por el fabricante. Por lo tanto, con el tiempo las máquinas no trabajan de forma adecuada, provocando que se vayan deteriorando.
- **Pérdidas de la calidad.** Son las pérdidas donde se debe poner más esfuerzo al hacer control porque se requiere de una revisión de la calidad de las características del producto y de los procesos que las van generando. Por ende, se deben revisar los procesos que van generando fallas para no generar problemas que terminen en la propiedad de los clientes.
- **Pérdidas por la puesta en marcha de un nuevo proceso o arranque.** Estas pérdidas son generadas en los inicios de los periodos de producción porque los equipos pueden demorar en comenzar sus labores y también cuando existe marcha blanca para nuevos procesos donde se debe esperar por la estabilización de el mismo. La idea es que se puedan controlar las condiciones para reducir al mínimo este tipo de pérdida.

La herramienta de TPM se sustentaba inicialmente en cinco pilares fundamentales. Con el tiempo, estos cinco pilares pasaron a ocho debido que se reconsideró que para la obtener un mantenimiento de la productividad, había que considerar otros elementos importantes. A continuación, se presentan los ocho pilares del TPM.

- I. Mejora enfocada.** Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo con el objetivo de maximizar la efectividad de los equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos y centran su atención en la eliminación de las pérdidas existentes en las plantas industriales. Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento (Fernández Álvarez, 2018).
- II. Mantenimiento autónomo.** La idea principal de este pilar se enfoca en que el trabajador, aparte de enfocarse en lograr que el equipo cumpla con sus

funciones requeridas, conjuntamente esté a cargo de realizar mantenimiento de primer nivel. Así, se pueden alcanzar mayores objetivos con respecto al mantenimiento porque los mismos operarios se encargarían de ejecutar tareas que estén en línea con un mantenimiento más eficiente, seguro y rápido.

Para la implementación de este pilar se requiere de la implantación de un sistema básico para prevenir las fallas, el cual posee los siguientes pasos:

- a. Limpieza.
- b. Eliminación de las fuentes de suciedad.
- c. Elaboración de normas con respecto a la autonomía del mantenimiento.
- d. Realizar inspección general.
- e. Aplicar técnicas de auto inspección.
- f. Estandarizar procedimientos.
- g. Control autónomo pleno.

III. Mantenimiento de la calidad. Posee el objetivo de mejorar y asegurar la calidad respecto del producto final para así determinar y ajustar las características de los equipos para lograr la meta de calidad. Además, busca saber cuáles son las fallas y averías que perjudicarían la condición ideal esperada del producto.

IV. Mantenimiento planificado. Mantenimiento planeado consiste en lograr mantener el equipo y el proceso en estado óptimo por medio de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente a fin de evitar paradas innecesarias (Fernández Álvarez, 2018). Para lograr el mantenimiento planificado, se establecen las siguientes medidas:

- a. Instaurar contramedidas día a día.
- b. Convalidar acciones y actividades de mantenimiento planificado.
- c. Mantener y mejorar la vida útil de las maquinarias y/o equipos.
- d. Control de inventario de repuestos.
- e. Realizar análisis, diagnósticos y prevención de averías.
- f. Confirmar los procedimientos de lubricación.

- V. Mantenimiento preventivo.** Este pilar se centra en las actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones (Fernández Álvarez, 2018).
- VI. Educación y formación.** La metodología TPM requiere de la participación activa de todo el personal, un personal capacitado y polivalente. El pilar de educación y entrenamiento se enfoca en garantizar el desarrollo de las competencias del personal, teniendo en cuenta los objetivos de la organización (Salazar, 2016).
- VII. Actividades de departamentos administrativos y de apoyos TPM.** Este pilar hace relación a las áreas administrativas que apoyan las actividades de producción. Sí bien esta última parte de la empresa se encarga de elaborar los bienes y/o servicios de la organización, es sumamente importante que las áreas administrativas estén comprometidas, guíen y apoyen las labores productivas.
- VIII. Seguridad y entorno.** La seguridad y el medio ambiente son un pilar transversal en TPM, es necesario preservar la integridad de las personas y disminuir el impacto ambiental en cada operación, equipo o instalación de la organización. El propósito de este pilar consiste en crear un sistema de gestión integral de seguridad y medio ambiente con el objetivo de lograr "cero accidentes" y "cero contaminaciones", llevando los principios del sistema de gestión a todos los niveles de la organización (Salazar, 2016).

Con respecto a los beneficios que genera la aplicación de esta herramienta en las empresas son los siguientes: aumentar la vida útil de las maquinarias a través de un mantenimiento planeado, documentación estándar para el TPM, fomentar la participación de los empleados de la empresa en la mejora de los procesos productivos y mejorar las condiciones de trabajo.

5. **5S:** técnica japonesa surgida en el año 1960 en la empresa de automóviles de Toyota con la finalidad de producir puestos de trabajos más ordenados y limpios, a través del mantenimiento de la disciplina. Se denomina 5S porque reúne 5 conceptos (que para su implementación se desarrollan en etapas) del idioma japonés, los cuales son:

- **Seiri (clasificar).** Hace referencia a seleccionar lo importante y necesario para el puesto de trabajo y seleccionar también, los elementos que no son relevantes y quitan espacio, generando que no haya un orden y se pierda espacio útil para el operario. Es este paso, se eliminan los artículos físicos que generan obstáculos y que no pertenecen a los equipos de trabajo.
- **Seiton (ordenar).** Luego de que se hayan seleccionado los elementos útiles para desarrollar las actividades y tareas de forma adecuada, se disponen los equipos para un rápido y fácil acceso para cada vez que se requieran ocupar. Idealmente se recomienda identificar la ubicación de cada uno de estos elementos indispensables para el puesto de trabajo porque así permiten saber, por ejemplo, si hay algo que falta en su lugar. El objetivo de ordenar es prever las pérdidas de tiempo que se podrían generar en la búsqueda y traslado de objetos/herramientas de trabajo.
- **Seiso (limpiar).** En este paso se procede a identificar y eliminar las fuentes de desechos, logrando que los puestos de trabajo se encuentren en perfecto estado. Así cuando algún operador necesite encontrar de forma rápida algún elemento, lo pueda hacer en el menor tiempo posible.
- **Seiketsu (estandarizar).** Estandarizar corresponde a generar diferentes elementos visuales y de procedimientos para mantener la clasificación, el orden y la limpieza obtenidos en los tres pasos anteriores. Se pueden utilizar manuales, señaléticas, normas, etc. para establecer y asegurar que se conserve un puesto de trabajo apropiadas condiciones.
- **Shitsuke (sostenibilidad-disciplina).** Corresponde al último paso de la metodología y, por lo tanto, se cerciora de que la educación creada, sea sostenible en el tiempo. Para esto, se debe establecer una cultura hacia los estándares establecidos en el paso cuatro para que los operadores mantengan las nuevas costumbres y valores aprendidos. Por ende, también se necesita

que los mismos trabajadores sean disciplinados en cumplir con las instrucciones creadas para que cada uno cuide de su puesto de trabajo.

La importancia de esta herramienta para TPM es que 5S es necesaria establecerla como base, particularmente para el pilar de mantenimiento autónomo para crear una cultura y ambiente organizacional de limpieza y orden dentro de la planta productiva.

Es recomendable aplicar 5S cuando en una empresa se pueden identificar problemas de desorden y suciedad dentro de los puestos de trabajo, desinterés de los empleados de cuidar sus propios espacios, herramientas y elementos de trabajo fuera de lugar, espacio insuficiente en las zonas de almacenamiento de materiales, etc.

En cuanto a los objetivos que persigue 5S son crear ambientes y espacios de trabajo limpios, ordenados y eficientes; establecimiento de controles de forma visual; lograr mayor competencia y compromiso de los operarios con sus equipos, y así se generan los beneficios de incrementar la productividad, mejorar el desempeño del trabajo de cada operador, encontrar las herramientas y materiales en su debido sitio, sostenibilidad y estandarización del orden y la limpieza en el tiempo, mayor disciplina laboral, etc.

2.1.3 Herramientas para hacer diagnósticos

En la siguiente sección, se describen las herramientas para hacer diagnósticos, la auditoría SIGA y el análisis FODA.

1. **Auditoría SIGA.** Es un listado con 50 afirmaciones, cada una de las cuales representa un elemento de gestión. Estos elementos de gestión se agrupan en los ocho criterios que contiene el Modelo Chileno de Gestión de Excelencia. Los ocho pilares o criterios son: liderazgo, clientes y mercado, personas, procesos, información y conocimiento, responsabilidad social y resultados (SISEM, s.f.). Según la suma de los puntajes en los ocho criterios, se puede clasificar a la empresa u organización auditada en los siguientes niveles de gestión:

- Nivel inicial: de 0 a 35 puntos. La empresa está en los inicios de una gestión de calidad y tiene mucho que ganar al implementar prácticas que aumenten su viabilidad.
 - Nivel básico: de 36 a 70 puntos. La empresa realiza acciones preliminares en la utilización de prácticas de gestión, adecuada a las exigencias básicas para que su negocio pueda sobrevivir en el medio. Sin embargo, le falta aplicar de manera más reiterativa las prácticas (sistemáticamente) y analizar los resultados obtenidos para poder mejorar.
 - Nivel intermedio: de 71 a 105 puntos. La mayoría de las prácticas de gestión han sido aplicadas, según la frecuencia que la misma organización ha establecido. La empresa ha iniciado un proceso de mejora sustancial de la gestión (planificación, análisis y utilización de la información, gestión de partes interesadas, etc.) y de los procesos de producción y entrega de los productos(s) o servicios(s) principal(es).
 - Nivel avanzado: de 106 a 150 puntos. La empresa va rumbo hacia una gestión por excelencia, porque no solo aplica permanentemente las prácticas necesarias, sino que también las ha evaluado para mejorarlas. Los líderes de la empresa/organización tienen claridad del quehacer de ella, se planifica responsablemente el rumbo que ha de seguir y se involucra al personal como colaboradores y beneficiarios de los planes de acción.
2. **FODA.** Este análisis estudia la situación de una empresa u organización a través de sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, tal como indican las siglas de la palabra y, de esta manera planificar una estrategia a futuro. Es un método que representa un esfuerzo para examinar la interacción entre las características propias del negocio y el entorno en el cual éste compite (Caferri, 2019).

2.1.4 Herramienta para la selección de la metodología del diseño del plan de implementación

- **Matriz de doble entrada.** Una tabla de doble entrada o cuadro de doble entrada, también denominadas de contingencias, son tablas de datos que hacen referencia dos variables. Ofrece información estadística de dos eventos relacionados entre sí para

contrastar los diferentes valores obtenidos. Se llaman cuadros o tablas de doble entrada porque organiza los temas en dos direcciones hacia donde llevar la atención para saber que es, que hacer o qué valor representa (Sala, s.f.).

2.1.5 Herramientas para el desarrollo del proyecto

1. **Clasificación de los desperdicios 16 tipos.** Corresponde a una clasificación de los desperdicios que se podrían generar en las empresas, cualquiera sea su tamaño, rubro, nivel de ingresos, etc. El listado fue realizado por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM) con el propósito de identificar las pérdidas y así posteriormente, poder reducirlas usando, por ejemplo, TPM. Los 16 tipos de desperdicios se clasifican en los tres siguientes grupos:
 - a. Pérdidas por eficiencia de equipamiento. Pérdidas por averías o fallas, pérdidas por cambio de formato y ajustes, pérdida por cambio de cuchillas y/o partes, pérdida por arranque, paros menores y operaciones en vacío, pérdidas por lentitud o baja velocidad, pérdidas por defectos y reprocesos, pérdidas por paros programados.
 - b. Pérdidas por eficiencia humana. Pérdida de administración, pérdida de movimiento, pérdida organizacional, pérdida de falta de automatización, pérdida de medición y ajustes.
 - c. Pérdidas de recursos de producción. Pérdida por rendimiento de materiales, pérdida de energía, pérdida por herramientas y moldes.
2. **Diagrama Pareto.** Es una técnica gráfica que sirve para representar rasgos, elementos, aspectos, etc. en orden de mayor a menor y que sigue el principio de Pareto de 80-20. Organiza los datos de tal forma para que estos se muestren de forma descendente, de izquierda a derecha y representando a cada elemento en forma de barra (similar a un histograma).
3. **Método Delphi.** Proceso donde convergen una serie de personas considerados expertos con el fin de obtener un consenso frente a una temática o problemática en común. Generalmente se consulta a personas con experiencia, diferente formación y/o jerarquía (Betancourt, 2015).

4. **5W1H.** Es una herramienta de gestión que a través de seis preguntas nos permite elaborar un plan de acción de forma sistemática y estructurada. Su aplicación es sencilla y puede realizarse individual o en grupo (Betancourt, Ingenio Empresa, 2018). Cuando están todos sus elementos identificados, pueden transmitirse de forma fácil ya que su aplicación es simple. Las 5W y la H corresponden a las siguientes interrogantes:

- i. **What? (¿Qué?).** Expone qué es lo que aconteció.
- ii. **Why? (¿Por qué?).**Cuál fue el motivo del hecho que aconteció.
- iii. **Where? (¿Dónde?).** Identifica el lugar de ocurrencia del hecho.
- iv. **When? (¿Cuándo?).** Determina cuando ha pasado el hecho.
- v. **Who? (¿A quién?).** Registra al operador que le ha ocurrido el acontecimiento.
- vi. **How? (¿Cómo?).** De qué forma ocurrieron los hechos.

2.1.6 Selección de las herramientas para el diseño del plan de implementación

Se procederá a la selección de las herramientas que se utilizarán como guía para poder diseñar el plan de implementación para la empresa, el cual usará el marco teórico expuesto en la sección 2.1.2 Alternativas de herramientas *lean* de solución a la problemática.

Se realizará una tabla donde las zonas laterales se pondrán los beneficios al considerar una eventual aplicación de cada una de las herramientas y en el otro lado, problemáticas generales visibles en los puestos de trabajo y en las instalaciones de la empresa. Corresponde evaluar con puntaje de 1 si los beneficios de las herramientas son pertinentes y atractivos al proceso productivo de aserrar madera para realizar mejoras. El número 1 también irá en el recuadro sí es que la herramienta permite o apunta a solucionar la problemática general indicada. Se evalúa con nota 0 en caso contrario, o sea cuando no se producen beneficios por la aplicación de la herramienta y cuando no resuelve la problemática identificada. En cada cuadro irá una evaluación por beneficio y otra por problemática para cada herramienta y luego se sumará verticalmente. Se selecciona a o las herramientas con mayor suma.

Tabla 2: Matriz doble para la selección de herramientas para utilizar

| Beneficios | JIT | | DMAIC | | SMED | | TPM | | 5S | | Problemáticas |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|---|
| Mejor productividad | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | Falta de seguridad laboral y cuidados personales |
| Establecer una base de calidad | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | Pérdidas organizacionales y de administración |
| Disminución del desperdicio | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Acumulación de aserrín en los puestos de trabajo |
| Poca inversión de capital | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | Falta de automatización por problemas externos entre máquinas |
| Mejor uso de los espacios | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | Carencia de reglamentos de limpieza y de orden |
| Mejor clima laboral | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | Falta de pautas o procedimientos ante fallas |
| Empoderamiento de trabajadores | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | Falta de mantenimiento de las maquinarias |
| Trabajo en equipo | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | Falta de repuestos de partes críticas |
| Fomentar la capacitación | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | Comunicación no adecuada |
| Estandarización de las actividades | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | Excesivo tiempo de cambios de formato y preparación |
| Resultados en el corto plazo | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | Falta de procedimientos sobre actividades elementales |
| TOTAL | 6 | 4 | 5 | 8 | 5 | 8 | 8 | 11 | 9 | 3 | TPM + 5S |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se explicará porqué se asignó el valor de uno “1” tanto para los beneficios que producen las herramientas y cómo eventualmente, estos podrían dar solución a problemáticas generales identificadas en la empresa. La primera herramienta a analizar es *Just in time* (JIT, justo a tiempo), la cual se determinó que necesita de poca inversión para su implementación y obtener su beneficio porque requiere de algunos ajustes de planificación entre el cliente y la administración del aserradero para ponerse de acuerdo y definir/comunicar oportunamente los pedidos de paquetes de madera. Generaría mejor uso de los espacios pues habría más lugar disponible en el patio de almacenamiento del producto final porque éste ya estaría en las instalaciones del cliente. Mejoraría el trabajo en equipo ya que involucraría mayor compromiso de todos los trabajadores para cumplir en los tiempos adecuados sus propias y particulares funciones para tener el producto final justo a tiempo. Con respecto a la posible solución de problemas, JIT podría disminuir pérdidas

organizacionales y de administración porque requiere de mayores compromisos de los trabajadores a cargo de la planta y sus asociados ya que se debe estar atento a la planificación de actividades y de las tareas que se llevan a cabo en el interior del aserradero. Ayudaría a disminuir los tiempos de cambio de formato y preparación ya que, con el problema posterior, se establecerían procedimientos para alinear las labores de aserrío a la ideología de la herramienta *just in time* y, por lo tanto, se definirían tiempos estándar para asegurar que no se pierda mucho espacio para los cambios de formato y preparación.

DMAIC podría generar una base de calidad sí es que se estableciera o el foco del proyecto se hubiese determinado en base a que, para solucionar la problemática principal, era necesario mejorar aspectos relacionados a la calidad del producto final y que como segunda derivada involucraría mejorar los procesos productivos de la planta. DMAIC para el caso particular aplicado a Industrial Madeex S.A. requeriría de poca inversión pues necesita de un profesional que pueda y sea capaz de elaborar un buen plan para solucionar la problemática principal bajo la consigna de las 5 letras que la metodología DMAIC abarca. En relación a lo anterior, sí el plan está bien diseñado bajo la metodología en cuestión, se podría ayudar a identificar problemas que involucran a las diferentes máquinas del aserradero para posteriormente, mejorarlos (letra “I” de *improve*, en español mejorar) y finalmente, poder controlar estos avances. Así, se podría ayudar a combatir la falta de automatización por problema externos entre máquinas. Si la carencia de reglamentos de limpieza y orden fuese el origen de los problemas, DMAIC podría ser útil para establecer medidas ya que su metodología de trabajo lo permite porque generaría cambios en el ítem de limpieza y orden en las instalaciones de la planta. También esta herramienta puede servir para definir, medir, analizar, mejorar y controlar los inconvenientes relativos a la falta de procedimientos ante fallas, falta de procedimientos sobre actividades elementales, falta de mantenimiento de las maquinarias y la falta de repuestos de partes críticas porque con alguna o entre las 5 actividades y/o conceptos que posee DMAIC, se podría resolver una o más de una problemática mencionada, enfocándose como nivel macro, solucionar los problemas con respecto al mantenimiento. También podría ayudar a reducir los excesivos tiempos de cambio de formato y preparación porque la metodología tomaría el problema y buscaría una solución, haciendo los respectivos análisis y ejecutando controles posteriormente.

Con respecto a SMED se podría establecer en el futuro, ya cuando la implementación de la herramienta posea cierta experiencia, mejoras en la calidad del producto final porque SMED generaría instancias de mayor rendimiento productivo de las máquinas, por ende, los esfuerzos podrían avocarse en perfeccionar los estándares de calidad. Se mejoraría el uso de los espacios porque al promover cambios más rápidos de formato y de preparación, eventualmente podría considerarse algún tipo de fabricación celular al agrupar algunas máquinas, para que como su nombre lo dice, se formen células de trabajo debido a la afinidad entre máquinas donde, por ejemplo, una es predecesora de la siguiente. Al tener procedimientos estándar para regular los cambios de formato y preparación, se podría implementar una cultura de limpieza y orden con reglamentaciones que complementen a la herramienta de SMED y le permita a ésta funcionar de mejor forma. Que los cambios sean más significativos y se noten las mejoras, logrando más resultados para la empresa.

Para TPM que fue la herramienta con mejor relación en la matriz doble de selección, tanto para los beneficios que podría generar y las problemáticas de algún u otro modo responden a uno o más pilares del mantenimiento de la productividad total que, definidos en este mismo capítulo y que incluso por su nombre, es fácil comprender de cómo pueden entregar beneficios y solucionar la gran mayoría de los problemas que presenta la empresa.

Finalmente, 5S requiere de poca inversión de capital pues se pueden utilizar a los mismos trabajadores para que ejecuten tareas y actividades de limpieza y orden, siguiendo una disciplina a través de estándares realizados por los administrativos y personal de la organización que entreguen los lineamientos respectivos y adecuados para que Industrial Madeex S.A. se caracterice por tener espacios de trabajos limpios, en donde además, se prevé de riesgos asociados a incendios que comprometan el capital invertido en maquinarias y más de una veintena de puestos de trabajo de personas.

Además, 5S ayudaría a mejorar el clima laboral porque los trabajadores desempeñarían sus funciones en sectores limpios y ordenados, lograría un empoderamiento en estos porque se sentirían parte de la empresa al preocuparse por cosas que no son de su pertenencia, pero que son parte de su vida cotidiana de lunes a sábado, y mejoraría el trabajo

en equipo ya que al ver a su compañero de trabajo limpiando, les debería nacer hacer lo mismo con tal de perseguir el bien común de todos.

Con los resultados arrojados por la matriz doble de la Tabla 2, se ha seleccionado la herramienta de TPM pues es la que presenta mejor relación en el total y, además soluciona todos los problemas presentados. También se considera 5S porque es base de TPM. Por ende, se desarrollará el diseño del plan de implementación basados en TPM y 5S.

2.2 Metodología de solución

A continuación, se plantea la secuencia de etapas y actividades que rigen el desarrollo del presente trabajo, tomando como base la metodología planteada por *George Polya* en su libro de 1945 “*¿How to solve it?*” donde se trató de explicar los razonamientos relacionados con la resolución de problemas. Así, para poder resolver problemas, se deben seguir los cuatro siguientes pasos: comprender el problema, concebir un plan, ejecución del plan y examinar la solución obtenida. Por lo tanto, teniendo esta metodología clásica en cuenta, las etapas de solución del presente proyecto de mejoramiento son las siguientes:

- **Etapa 1: formalizar y diagnosticar.** En esta etapa se considera las actividades de formalizar los procesos productivos mediante un diagrama conocido como *flow-sheet*. Debido a que la empresa no cuenta con un plano de sus instalaciones, también se considera desarrollar un *layout* para mostrar la disposición de las maquinarias presentes en el aserradero. Ambas formalizaciones se concretarán a través del *software* Visio de Microsoft. Con respecto al diagnóstico, se pretende recopilar la información necesaria para establecer la situación inicial-base del proyecto, y posteriormente obtener indicadores de comparación y cuantificar las mejoras esperadas. Para este propósito, se usará la auditoría SIGA y un análisis de la situación actual de la empresa a través de un FODA:
- **Etapa 2: analizar la problemática.** La primera actividad con respecto a la etapa 2 de la metodología, hace referencia a identificar la problemática presente en la empresa Industrial Madeex S.A. que tiene relación con el bajo porcentaje de utilización de las maquinarias, con respecto a lo esperado por la administración, debido a la falta de

mantenimiento apropiado al nivel de producción que posee el aserradero. Esta problemática se analiza y ejemplifica mostrando datos obtenidos de un estudio de tres semanas durante el mes de febrero del año 2019. Luego del análisis, se define el problema para poder seleccionar las herramientas apropiadas a los procesos productivos de la empresa, usando la filosofía de *lean manufacturing*. Se usará la herramienta de 5W1H para lograr este propósito.

- **Etapa 3: hacer un análisis para seleccionar la metodología adecuada.** La actividad hace referencia a la realización de un análisis que permita seleccionar las herramientas adecuadas de un conjunto de alternativas de la filosofía nombrada en la etapa anterior. Se considera utilizar un análisis para realizar la elección de las herramientas de *lean manufacturing*. Para este propósito, se usará una matriz de doble entrada que establezca las interrelaciones entre las alternativas de herramientas. Se tendrá en cuenta las necesidades de la empresa para seleccionar las alternativas pertinentes y los beneficios de cada elemento.
- **Etapa 4: diseñar el plan de implementación con la finalidad de mejorar los procesos productivos del aserradero.** Una vez establecidas las herramientas de *lean manufacturing* adecuadas para llevar a cabo el mejoramiento de los procesos y así solucionar la problemática definida, se procede a diseñar el plan de implementación. Para lograr este propósito, se utiliza la teoría detrás de los pilares que sustentan la herramienta de Mantenimiento de la Productividad Total (TPM en sus siglas en inglés), pues para mejorar la eficiencia en la utilización de las maquinarias, se espera crear manuales para gestionar y realizar mantenimiento a los equipos, para que así no presenten detenciones graves debido a las diferentes fallas que comúnmente se presentan, ya que existe una falta de un adecuado mantenimiento. También dentro del diseño, se considera la herramienta de 5S, ya que es la base de TPM y ayudará a crear una cultura organizacional en cuanto a la limpieza y orden de los puestos de trabajo.
- **Etapa 5: diseñar los elementos tangibles para hacer un control visual del plan de implementación.** Para desarrollar el control, se establecerán una serie de elementos y herramientas visuales que estarán disponibles en la planta para ayudar a recordar a los trabajadores de toda la empresa, el plan de implementación basado en TPM y 5S.

- **Etapa 6: realizar una evaluación del impacto económico de la propuesta del plan de implementación.** Luego de que las mejoras han sido establecidas, se determinará el nivel de impacto económico que tendrá el diseño del plan de implementación para mejorar los procesos productivos de la empresa.

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y PRIMERAS ACTIVIDADES

En el siguiente capítulo se realiza un diagnóstico SIGA a la empresa para tener el contexto de la situación actual en el cuál se inicia el proyecto. Luego, se hace un análisis más detallado de las problemáticas para establecer las bases del proyecto de mejoramiento. Finalmente, se pueden visualizar las primeras actividades relacionadas con el cumplimiento del primer objetivo específico.

3.1 Actividades de diagnóstico

Como parte de la primera etapa de la metodología, se considera realizar un diagnóstico para conocer la situación base actual con que se inicia el proyecto y así también, poder contextualizarlo. Para llevar a cabo esta actividad, se utilizan las herramientas del marco teórico para hacer el diagnóstico, esto es, la auditoría SIGA y un análisis FODA.

3.1.1 Auditoría SIGA

La auditoría SIGA es un cuestionario de diagnóstico simple y de auto aplicación, que le sirve a la empresa para medir las prácticas que aplica y los resultados que obtiene, fruto de su gestión (SISEM, s.f.). La realización de la auditoría y evaluación de cada uno de los criterios, se pueden visualizar desde el Anexo 2 al Anexo 9.

3.1.2 Análisis FODA

El análisis FODA consta de dos partes: una interna, que mira los recursos y la forma de hacer las cosas al interior de la empresa. La parte externa considera las relaciones con todo lo que rodea al negocio, es decir, clientes, proveedores, gobierno, etc. (Caferri, 2019).

3.2 Resultados del diagnóstico

A continuación, se presentan los resultados de los dos primeros diagnósticos realizados. En primera instancia, se puede visualizar una tabla que agrupa los puntajes de cada uno de los ocho criterios que evalúa la auditoría. Luego, se describen las variables que envuelven al contexto interno y externo de la empresa para analizar la situación actual de Industrial Madeex S.A.

3.2.1 Resultados auditoría SIGA

En la Tabla 3 se puede apreciar el puntaje de evaluación que alcanzó cada uno de los criterios, resultando un total de 47 puntos, que categoriza a la empresa en un nivel básico de gestión, donde se reconoce un inicio de prácticas en gestión de forma preliminar, pero que falta formalizar ejecutar protocolos adicionales. Esta situación es congruente y es lo que se puede

percibir actualmente según el nivel de profesionalización del personal de administración. El curso de acción que se sugiere es implementar un sistema de gestión acorde a la norma ISO 9001.

Tabla 3: Auditoría SIGA a Industrial Madeex S.A.

| | Criterio | Puntos |
|----------|------------------------------------|---------------|
| 1 | Liderazgo de la gerencia/dirección | 8 |
| 2 | Clientes | 6 |
| 3 | Personas | 11 |
| 4 | Planificación estratégica | 5 |
| 5 | Gestión de procesos | 6 |
| 6 | Análisis de la información | 6 |
| 7 | Responsabilidad social | 2 |
| 8 | Resultados | 3 |
| | TOTAL | 47 |

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Descripción del FODA

Para hacer la descripción del FODA, se procede a describir las variables del ambiente controlable e incontrolable que involucran a la empresa.

- **Fortalezas.**

1. **Producción continua durante todo el año.** La demanda de *pallets* no es constante durante el año, pero sí los periodos de altos pedidos se contrarrestan con los de baja demanda por parte de los clientes de Madeex Pallets Chile S.A. Entonces esta última, debe estar haciendo *pallets* todo el año y almacenarlos. Por esta razón, el aserradero debe manufacturar madera aserrada siempre, generando estabilidad laboral a sus trabajadores.
2. **Localización.** La planta se ubica en la región del Maule, donde se desarrolla por excelencia la industria forestal. Por lo tanto, la materia prima está cercana incluso, si esta proviene del proveedor de la región de O'Higgins.
3. **Certificaciones.** Todo el *holding* de Madeex S.A. posee certificación FSC y posee el aval de la ACHS.

- **Oportunidades.**

1. **Posibilidad de ampliar su cartera de clientes si hay un aumento de su capacidad productiva.** Debido a que no se utilizan las máquinas en el máximo tiempo disponible, sí se logran mejoras futuras, el aserradero podría tener mayor capacidad productiva y generar más paquetes de madera para hacer *pallets* o vender este producto final a externos.
2. **Realizar mantenimiento preventivo los días domingo.** La empresa trabaja de lunes a sábado, dejando el día domingo como descanso y donde perfectamente se podría contratar los servicios de una empresa externa especializada en mantenimiento industrial, para que lleve a cabo labores en las máquinas y así estas no presenten muchas detenciones, dejando solo las obligatorias.
3. **Nuevas posibilidades de negocios.** Como ya se mencionó, si se logra aumentar la capacidad productiva, podría conseguir nuevos clientes externos. Se reitera esta afirmación porque se quiere destacar que nuevamente podría exportar su producto final, como cuando lo hacía en el año 2004, donde además tenían certificación ISO 9001.

- **Debilidades.**

1. **Falta de un plan de planificación y un plan de mantenimiento.** La empresa carece de un manual de procedimientos para gestionar de forma más rápida y oportuna, cada vez que se presentan fallas. También los requerimientos de producción se organizan formalmente por correo, pero en muchas ocasiones se hace de forma oral cuando el supervisor de la otra empresa de *pallets* visita el aserradero o usando una red social.
2. **Personal administrativo.** Es recurrente que en ocasiones se juntan muchas actividades, las cuales debe ejecutar el supervisor del aserradero y es ahí, cuando queda claro que una persona para supervisar toda la planta es poco. Esto se podría solucionar con un ayudante de administración, aunque es posible que una persona ejecute todas estas tareas, pero requiere de mucha organización, concentración y planificación.
3. **Delegación de funciones.** Al operador de la grúa horquilla recibe un bono de ayudante pues ejerce labores de intercomunicación entre la administración y el

personal de la línea productiva. Entonces muchas veces sucede que no hay información clara o el mensaje no fue bien comunicado porque este operador no presenta las capacidades administrativas necesarias y se ha visto que sí sólo se remite a sus funciones de mover cargas, las cumple de gran forma.

- **Amenazas.**

1. **Disminución en la demanda de *pallets* por diversos factores.** Actualmente para el transporte de cualquier producto, es muy adecuado usar *pallets* porque facilita en gran medida los movimientos, pero puede pasar que se encuentre otra forma de abaratar estos costos y no comprar más *pallets*, pues se podría crear otra modalidad para transportar los productos que las otras empresas-clientes necesitan mover.
2. **Rivalidad entre competidores.** En la misma provincia, se encuentran otros aserraderos que elaboran madera dimensionada. También se encuentra un gran número de aserraderos en el camino que une la Ruta 5 Sur con la ciudad de Constitución. Y en la cima del mercado, se encuentra Arauco que posee una inversión multimillonaria en su línea automática de aserrío de madera.

3.3 Análisis de la problemática

En esta sección corresponde hacer un análisis de lo expuesto en el punto 1.4 Descripción de la problemática. Para este propósito se utiliza como base de datos el estudio de tres semanas que se realizó en el mes de febrero de 2019 a las máquinas del aserrado, donde se visualizó, registró y digitalizó las diferentes detenciones que afectaban a los equipos de la planta. Se utilizará la herramienta de 5W1H para posteriormente realizar el respectivo análisis por máquina, pero en primer lugar se deja demostrado que los datos usados como apoyo a este proyecto son suficientes para usarlos como muestra. A través de la Ecuación 1 se puede calcular el tamaño de la muestra necesario para fundamentar la base de datos, conociendo el tamaño de la población:

Ecuación 1: Cálculo para el tamaño de la muestra

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Fuente: (Psyma, 2015)

Donde: $Z =$ nivel de confianza

$p =$ probabilidad de éxito

$q =$ probabilidad de fracaso

$d =$ error máximo admisible

$n =$ número de la muestra

$N =$ tamaño de la población

Considerando los siguientes valores de 99% de confiabilidad, 50% de probabilidad de éxito, 50% probabilidad de fracaso, 61.845 minutos totales medidos en el estudio para las siete máquinas que se consideraron y con un error de un 5%, el tamaño de la muestra es:

$$n = 658,5625 \sim 659$$

Una vez establecido que se puede utilizar la base de datos del estudio de tres semanas como fuente de información pues éste cuenta con más de 61 mil datos, se procede a estructurar la causa raíz del problema. En primer lugar, se realizará un conteo de los problemas que se produjeron, consiguiendo que los equipos se detuvieran. Luego estos se presentarán de forma gráfica a través de diagramas de Pareto para identificar y detectar él o los problemas más críticos por máquina. Posteriormente, se efectúa la herramienta de 5W1H para definir las razones de porqué sucedieron y suceden tales fallas. Los diagramas de Pareto y 5W1H se presentarán en la sección de desarrollo del proyecto que corresponde a la base del diseño del plan de implementación.

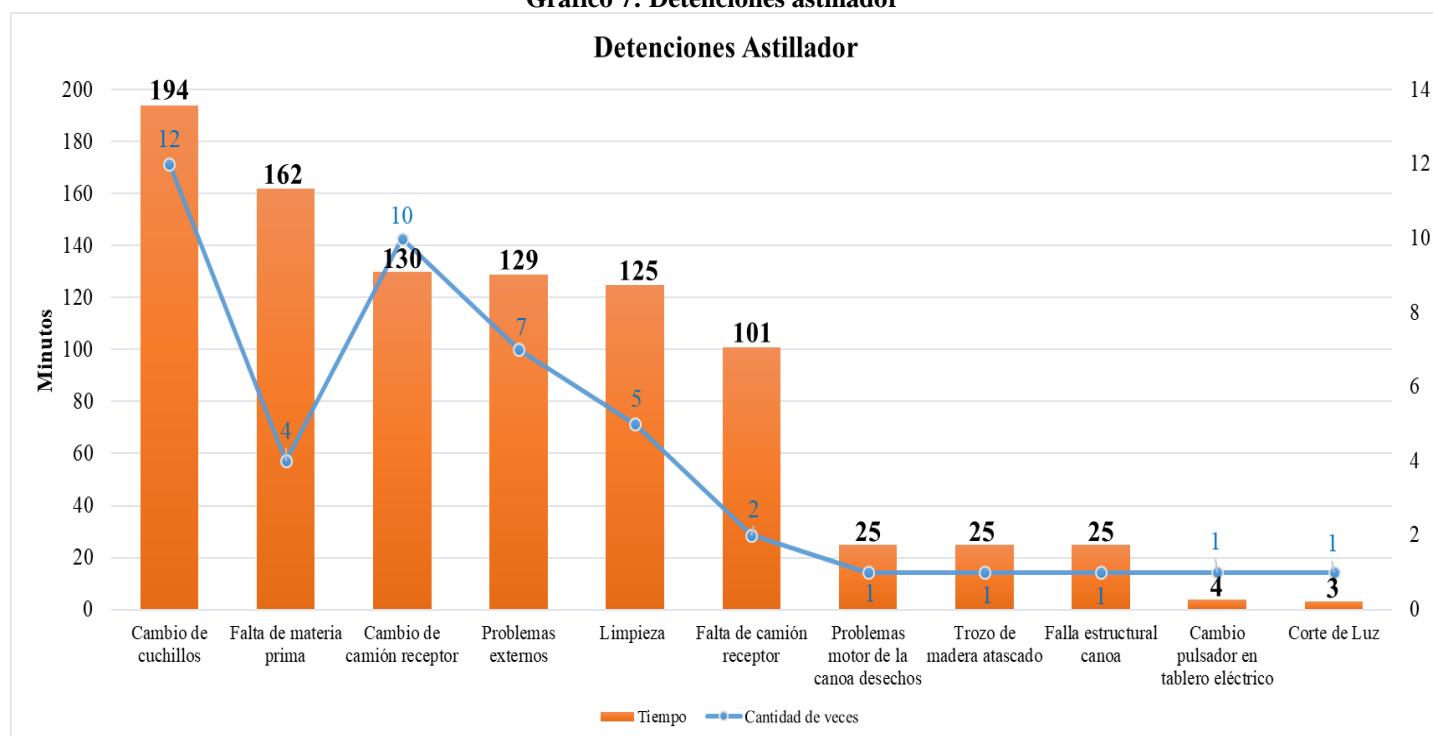
Antes de comenzar con los análisis respectivos por maquinaria, es relevante explicar algunas consideraciones generales que se han utilizado para elaborar el conteo de los problemas particulares y los gráficos para presentarlos de forma visual.

Desde la base de estudio de tres semanas, se ha contado la ocurrencia de cada una de las detenciones que afectan al funcionamiento normal de cada máquina, sumando los minutos cada vez que se presentó el inconveniente. Así se puede contextualizar la magnitud de las

paralizaciones. Con respecto a las representaciones visuales, se debe tener en cuenta que para interpretar correctamente los gráficos a continuación, es que las barras de color azul representan la cantidad de veces en que pasó el problema, indicado además por el número encima de la barra. Inmediatamente al lado derecho y para cada problema, se presentan las barras de color naranja que muestran la cantidad de minutos totales para las detenciones ocurridas durante las tres semanas. Para los respectivos análisis, se mostrarán los gráficos y se describirán los problemas, yendo de forma descendente en las explicaciones de lo sucedido, según la magnitud en tiempo.

La primera máquina que se analiza es el astillador, equipo encargado de producir viruta proveniente de los desechos de la mayoría de los procesos de la planta.

Gráfico 7: Detenciones astillador



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de tiempos de las detenciones de las máquinas del aserradero

Cómo se puede apreciar, la detención que tomó más tiempo al cumplimiento de las labores normales del astillador fue el intercambio de cuchillos internos con un total de 194 minutos, aconteciendo 12 veces en las tres semanas. 6 cuchillos componen el sistema para producir astillas y están dispuestos en un disco giratorio de alta velocidad. Cada cuchillo es de forma rectangular con uno de los bordes con filo, que al girar muy rápido y al recibir los restos de

madera provenientes de los demás procesos productivos, elabora viruta o chip que son elevados a través de una cinta transportadora hacia un camión receptor, que posteriormente es comercializado a los clientes de Industrial Madeex S.A.

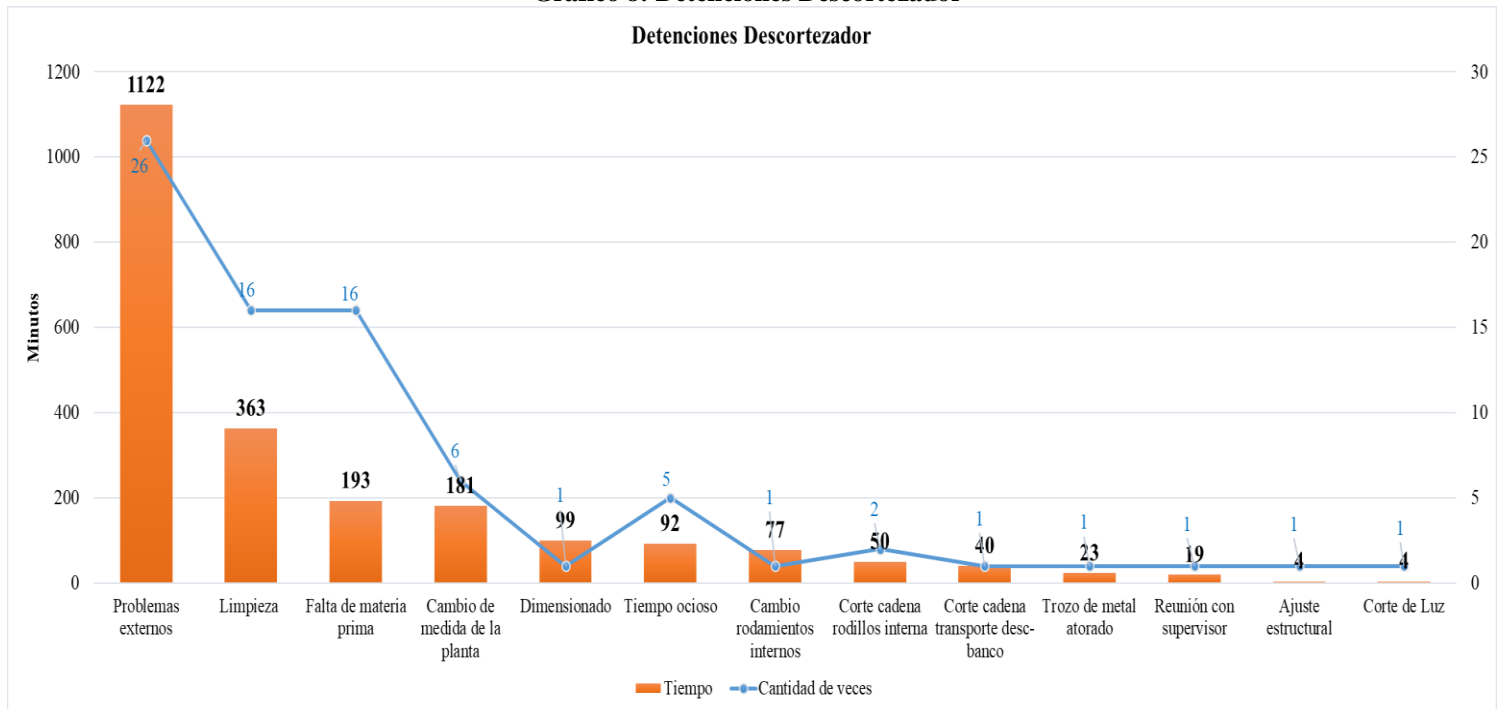
La segunda detención con más minutos es la falta de material con un total de 162 minutos. Por lo general, el astillador siempre está desempeñando funciones y se puede comprobar ya que fue el equipo con mejor eficiencia durante el estudio (85,3%). Como recibe desechos constantemente porque la canoa atraviesa toda la planta, así que recibe material para astillar en casi todo momento. Entonces estos 162 minutos se vieron reflejados por el motivo de se presentaron problemas en otras máquinas y al no funcionar estas, no había restos de madera para procesar.

El resto de las detenciones y para esta maquinaria, son partes o actividades necesarias para la producción de astillas, entonces para este equipo se debería dejar pautas de procedimiento en cuanto a los adecuados pasos de las tareas que involucren detenciones en el astillador. Por ejemplo, cada cuándo hacer intercambio de cuchillos, cuánto es la durabilidad de los mismos, cuál es el tiempo estimado para realizar los cambios, sugerencias de los momentos indicados para hacer la actividad, la necesidad de cambiar los cuchillos antes de la falla irrevocable, etc.

El descortezador ejecuta funciones de quitar la corteza a cada uno de los troncos de pino que son ingresados al proceso de aserrío.

Se utilizará esta máquina para explicar la consideración a continuación. Se presentará para todos los gráficos siguientes que “problemas externos” es el motivo de las detenciones que incurren en mayor cantidad de minutos, pero estas paralizaciones son producidas por fuentes que no son propias de la máquina en análisis, aunque sea vea afectada porque debe esperar, por ejemplo, que la máquina siguiente o previa retome sus funciones para que, en este caso, el descortezador también desempeñe sus actividades. Por lo tanto, se descartará problemas externos de cada análisis porque, sí se enfocan los esfuerzos en resolver los problemas principales de cada máquina, estas podrían asegurar su funcionamiento y no incurrirían en que las máquinas involucradas en el aserrío de madera no se vean obligadas a detenerse.

Gráfico 8: Detenciones Descortezador



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de tiempos de las detenciones de las máquinas del aserradero

Las detenciones a destacar en el descortezador, partiendo por el orden descendente de cantidad de minutos incurridos, son:

- **Falta de materia prima.** Esta tarea es fundamental que se lleve a cabo porque si no hay materia prima, ninguna máquina puede trabajar en el aserradero (excepto el trozador múltiple ya que es independiente de la línea principal de producción). El origen de la mayoría de las veces que pasó esta detención, se debió a que el cargador frontal no había venido a dejar más troncos porque se encontraba descargando camiones que venían a dejar madera, porque también había pequeños lapsos de minutos en que el cargador iba a buscar los troncos y la duración del trayecto, se reflejaba en el no uso del descortezador o a veces porque no había suficientes troncos clasificados en el patio y se debía esperar por esta tarea.
- **Cambio de medida.** El descortezador no cambia de medida pues no realiza labores de corte, pero sí debía esperar que el banco aserradero y el múltiple 7 volantes lo hicieran.

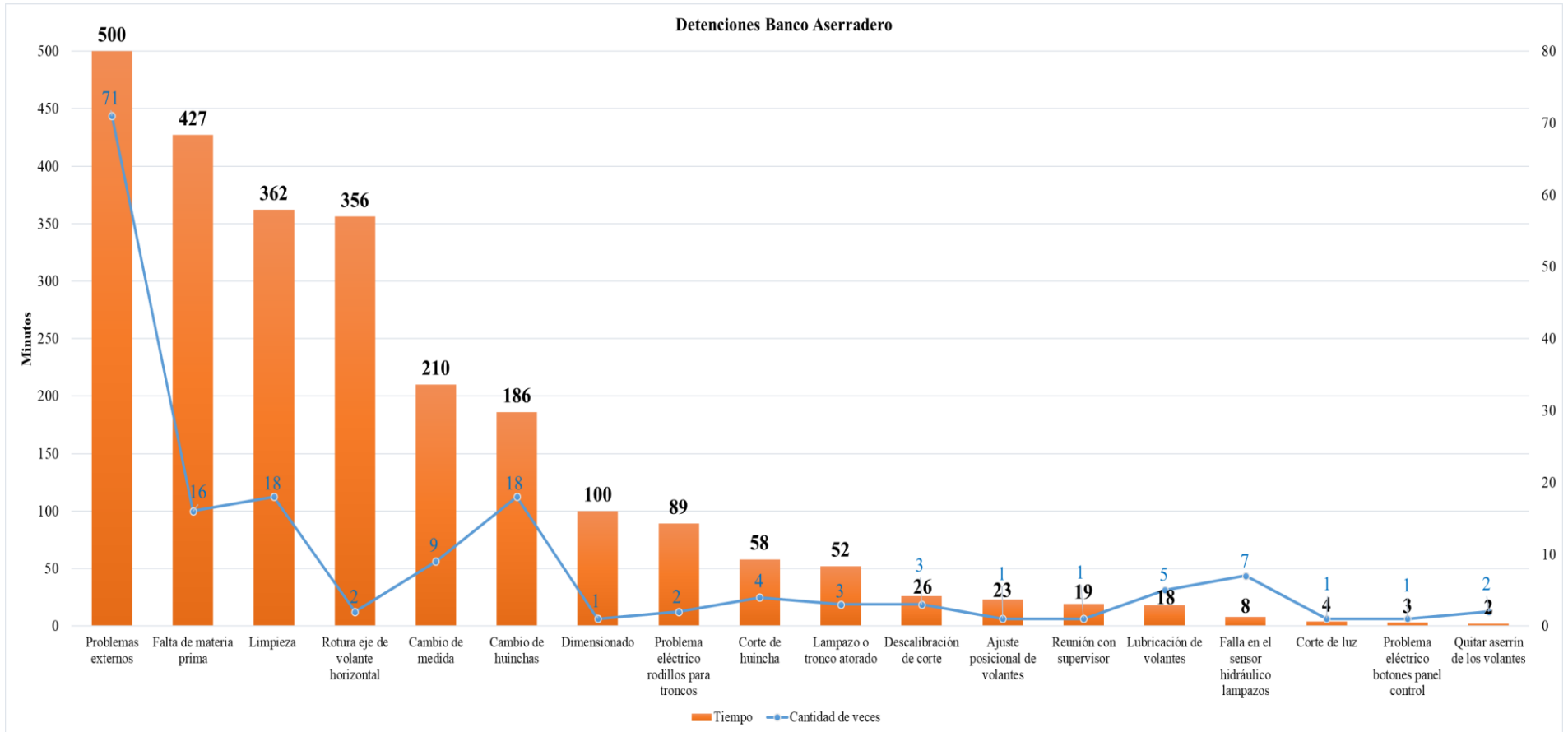
- **Dimensionado.** Cuando no se aserraba, estaba la existencia de producto en proceso más gruesos que el promedio y que se producían cuando pasaban troncos sobredimensionados en diámetro. Estos se almacenaban y se utilizaba solo el múltiple 7 volantes para obtener tablas.
- **Tiempo ocioso.** Ocurre porque el descortezador es más rápido que cualquier máquina al interior de la línea principal del aserradero, entonces la cadena transportadora entre este equipo y la máquina siguiente, el banco aserradero, ya está completa y no necesita de más troncos. Por lo tanto, el operador debe esperar algunos minutos.
- **Cambio de rodamientos internos.** Esta detención es relevante de analizar con posterioridad para las actividades futuras del aserradero porque puede tener directa relación con tener la mentalidad de hacer mantenimiento preventivo porque el problema tubo origen en que los rodamientos que hacen girar el mecanismo interno de la máquina, han sufrido una rotura y, por lo tanto, debieron ser reemplazados. Quizás en tiempo no representa una detención importante en cantidad con respecto a las otras paralizaciones, pero se hace hincapié en que sí se hubiese tenido un registro del último cambio de rodamientos y conocido la vida útil de estos, se hubiera hecho el cambio a tiempo y en un horario fuera de los turnos de trabajo efectivos.
- **Corte de cadena de rodillos interna.** Hay mucha relación con lo descrito anteriormente desde el punto de vista del mantenimiento. Este problema pasó porque debido a la carga de trabajo a la cual se ve expuesto este componente, ya no resistió más el material del que está hecho. El operador solucionó este inconveniente asistiendo al taller de mantención y con ayuda de los trabajadores del taller, reemplazaron la junta de la cadena (muy similar a la de una bicicleta, pero claramente más gruesa para la labor que se requiere) que cedió.
- **Corte de cadena entre descortezador y banco aserradero.** Tiempo muerto que representó un total de 40 minutos y al igual que el problema descrito antes, cedió una unión, pero ahora de una cadena mucho más gruesa porque debe soportar cargas y pesos de los troncos completos.

La tercera máquina a analizar es el banco aserradero. Su función es indispensable y sí esta se detiene, se ven afectados todas las máquinas del aserradero con excepción del trozador

múltiple. Cabe destacar que los dos primeros problemas, con tiempos de 500 minutos y 427 minutos son detenciones que no involucran o son producidos directamente por el equipo en cuestión, por lo tanto, se dejan fuera del análisis por lo mencionado como consideración antes de comenzar con esta sección de descripción.

- **Limpieza.** En esta actividad se ejecutan todas las labores que puedan ser calificadas como de limpieza del puesto de trabajo, pero también las respectivas a cuando se quitaba el aserrín acumulado en el interior de los volantes, debajo de estos en el suelo y que la manguera del sistema extractor de aserrín no era capaz de aspirar. El operario en algunas oportunidades, aprovechaba de lubricar con petróleo las huinchas para que estas no opongan tanta resistencia al roce que se genera al cortar los troncos.
- **Rotura del eje del volante horizontal.** El día 15 de febrero ocurrió el problema más grave que afectó al banco aserradero. El eje que sostiene a uno de los volantes horizontales se quebró por la mitad y entonces la máquina no podía seguir trabajando porque la huincha no presentaba la tensión necesaria para girar a altas revoluciones. Esta detención representó en tiempo 5 horas y 56 minutos sin producción normal porque igualmente se improvisó para que las demás máquinas trabajaran, pero claramente sin el mismo nivel productivo. Afectó toda la tarde del viernes 15 de febrero y la mañana del sábado 16. Hubo que mandar a hacer otro eje nuevo, por eso tanto el tiempo de espera. En adición y una vez cuando llegó el eje de reemplazo, la tuerca para fijar el eje no calzaba, entonces fue enviada al mismo maestro que realizó el eje para que hiciera un nuevo hilo interior para que pudiera girar y enroscarse en la pieza, ya que en el comercio no se vende este repuesto porque el banco aserradero tiene una edad en que ya algunos de sus componentes ya se han discontinuado. A futuro se podrían tomar los resguardos para que las partes cruciales de las máquinas, las que si fallan podrían presentar una detención de las funciones por bastantes horas, se mantenga un *stock* en el taller de mantención para su inmediato reemplazo. Es importante mencionar que este acontecimiento fue totalmente excepcional, pero se pudo haber tomado los resguardos previos necesarios para solucionar el problema lo antes posible.

Gráfico 9: Detenciones Banco Aserradero



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de tiempos de las detenciones de las máquinas del aserradero

- **Cambio de medida.** Esta acción es importante que se ejecute porque se debe ajustar las medidas de corte de los volantes vertical y horizontal para obtener el ancho de las tablas. El largo viene predeterminado según los troncos porque en el lugar de las faenas forestales en los bosques, se cortan los troncos y ya vienen con las medidas listas. El volante vertical es el lugar en dónde se puede establecer el ancho del producto final y el volante horizontal se ajusta en altura para aprovechar de mejor forma y obtener el adecuado rendimiento de cada tronco según su diámetro. Como se trata de una máquina semiautomática, los ajustes se hacen una vez hecha la orden del cliente y no es que se vaya ajustando según el tronco que esté pasando en ese instante por el equipo, sino que como hay una clasificación previa realizada por un trineumático, desde un principio en el descortezador se dejan troncos de diámetro similar y, por ende, el volante horizontal se ajusta una vez y queda fijo.
- **Cambio de huinchas cortadoras de los volantes.** Por el desgaste que se va produciendo por el roce entre el material metálico de las huinchas cortadoras y la madera, este elemento se cambia cada cierto tiempo, pero no de forma planificada ya que esto se realiza cuando se ve que es necesario un cambio solo por la experticia del operador del banco aserradero. Las veces que sí se sabía que se debía cambiar las huinchas cortadoras era cuando funcionaban durante toda la jornada de la mañana sin parar y antes de la hora de colación, tanto el operario del banco y del múltiple, cambiaban todas las huinchas de todos los volantes. Lo mismo podía aplicar para el horario de la tarde. Esta detención forma parte de la rutina de trabajo y es necesario para el funcionamiento de la máquina.
- **Problema eléctrico de rodillos para troncos.** Se utilizan unos rodillos para sujetar a los troncos de forma lateral a medida que avanzan por la máquina para que pasen por el volante vertical y el volante horizontal. Estos dejaron de presionar adecuadamente por un problema de origen eléctrico desde la caja de mando.
- **Corte de huincha cortadora.** Este problema se origina cuando el material de acero cede ante la fuerza que se produce por el roce con la madera y la tensión que generan los volantes para que la huincha esté tirante para que pueda cortar en la mayoría de las veces, invariablemente. No es recurrente que suceda y no se sabe cuándo la huincha podría fallar al menos que al operador se le olvide cambiar sabiendo que los

volantes no han recibido las atenciones de mantenimiento comunes, por ejemplo, las de lubricación con petróleo para que se disminuya la fuerza de roce.

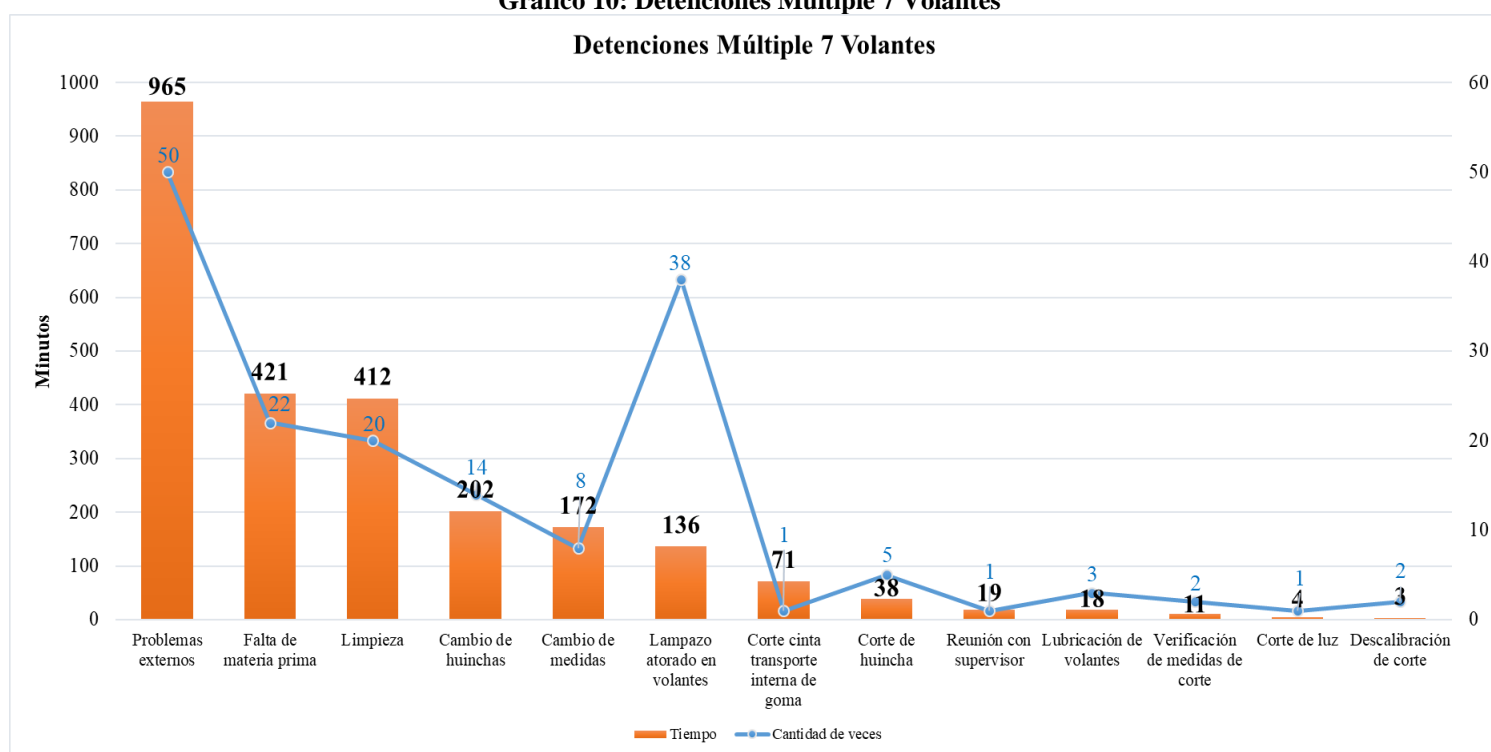
- **Descalibración de corte.** Por la razón de que son máquinas con partes mecánicas, luego de tanta actividad cotidiana e intervención humana, los volantes con sus huinchas de acero no presentaban el lineamiento adecuado para cortar los troncos y, por lo tanto, se debían reajustar. En una de las tres veces que sucedió el problema, fue porque la tuerca que presiona en su correcta posición al volante, estaba suelta.
- **Falla en el sensor hidráulico.** Aunque este inconveniente produjo detenciones por un total de 8 minutos en las tres semanas, es relevante considerarlo y revisarlo pues a través de la activación de este sensor, los rodillos que sujetan el tronco se abren para dejar caer los lampazos hacia la siguiente máquina.

La siguiente máquina a analizar es el múltiple 7 volantes que está encargado de obtener tablas a partir del 60% aproximado de cada tronco que sale desde el banco aserradero.

- **Falta de materia prima.** Como se mencionó en la sección de análisis del banco aserradero, la falta de materia prima se produce por la falta de troncos en el descortezador porque el cargador frontal no ha dejado más troncos. Puntualmente este problema se genera en el múltiple 7 volantes porque el banco no está desempeñando funciones pues las maquinarias están conectadas en línea continua de procesamiento.
- **Limpieza.** Se ejecutan labores de limpieza del puesto de trabajo que involucra a lo largo de la inmensidad de la máquina. Las labores relevantes que se ejecutan son para quitar el aserrín desde los volantes que inevitablemente se acumula y también, debajo del equipo. Es relevante mencionar que existe una manguera del último volante que no cumple con sus funciones adecuadamente, entonces los operarios que reciben las tablas en la cinta transportadora final desde el múltiple, deben mover la manguera para que succione el aserrín que cae desde ese volante.
- **Cambio de huinchas.** Corresponde a una actividad elemental porque las huinchas de acero que cortan y giran a elevadas velocidades, se van desgastando. Por lo general y cuando la productividad es continua, las huinchas se cambian preventivamente al final de la jornada de la mañana antes del almuerzo y la otra oportunidad puede ser durante la tarde, sin la necesidad de cambiarlas obligatoriamente por acciones

correctivas ante cortes de la misma. Esta maquinaria utiliza hasta 7 huinchas según los diámetros de los troncos que se estén procesando porque a mayor tamaño, más altos son los maderos o producto en proceso proveniente desde el banco aserradero y podrían producirse hasta un máximo de siete tablas. Como se mencionó, esta actividad es necesaria para asegurar la calidad necesaria del producto final porque la huincha pierde filo, pero el problema está en que no hay pautas o reglamentos con respecto a la periodicidad de los cambios de estas. Solo se ejecutan los cambios cuando los operarios lo estiman conveniente.

Gráfico 10: Detenciones Múltiple 7 Volantes



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de tiempos de las detenciones de las máquinas del aserradero

- Cambio de medida.** Esta actividad se lleva a cabo acorde con los requerimientos de administración para producir y las necesidades del cliente de Industrial Madeex S.A. Según la cantidad de paquetes necesarios o el tipo de medida de madera para tablas a elaborar, el múltiple 7 volantes debe modificar la altura de cada uno de sus volantes para realizar los cortes milimétricos que deben salir cada una de las tablas, pero es necesario establecer ciertas pautas para la planificación de la producción.

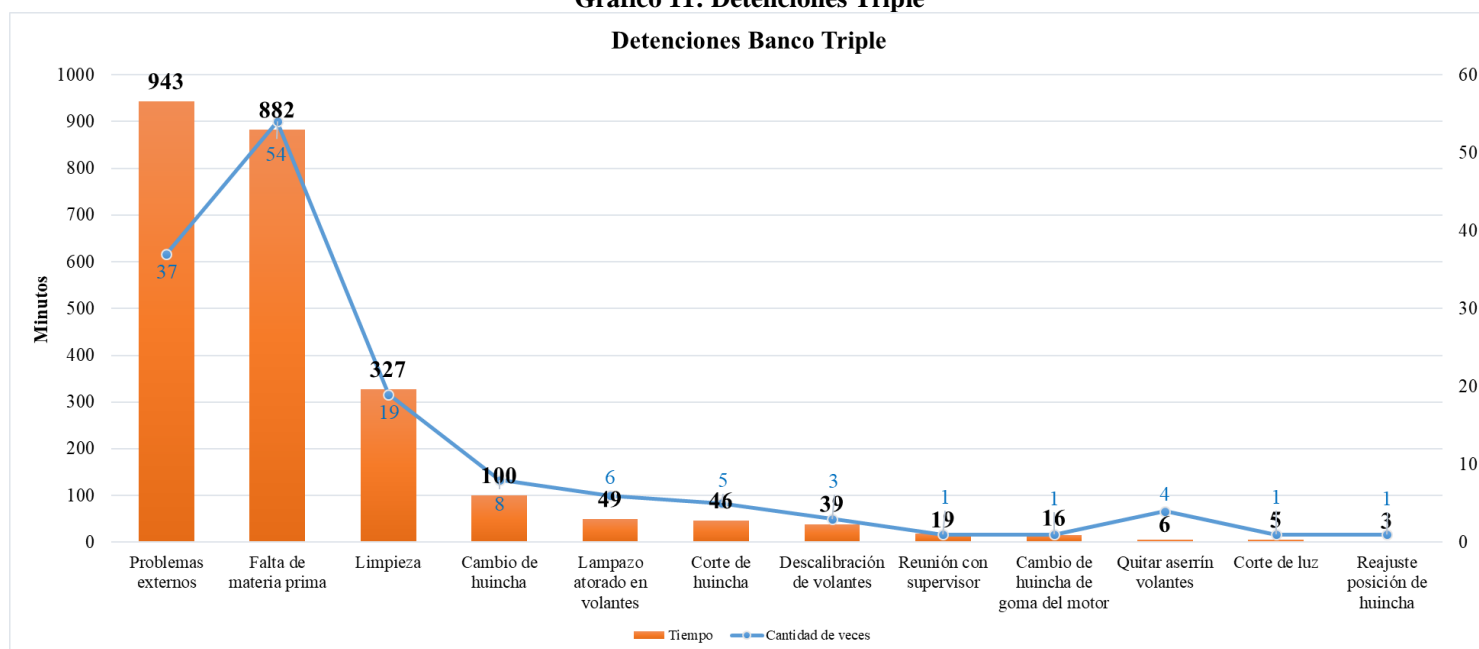
- **Lampazo atorado en alguno de los volantes.** Este problema es muy relevante para analizar pues representa importantes pérdidas de tiempo para el trabajo de la máquina y se puede apreciar en la cantidad de veces en que se presentó el inconveniente con un total de 38 ocasiones. Se producía porque el 60% de madera desde cada tronco se le realizaban tres cortes (dos en el volante vertical y uno en el volante horizontal del banco aserradero) entonces quedaba una cara de forma irregular. Al pasar el producto en proceso ahora por el múltiple, se van cortando tabla por tabla a medida que pasan en cada volante a diversas alturas (ver Ilustración 15: Cortes múltiple 7 volantes) y es ahí que la cara irregular se forma un lampazo que con la presión se eleva y se atora en la misma máquina, haciendo que el trabajador deba parar la máquina momentáneamente y a veces con una sierra manual, quitar el lampazo atascado.
- **Corte de cinta transportadora interna.** El equipo cuenta con una cinta al interior que va trasladando los maderos para que vayan pasando por cada volante y así se realice la tarea de cortar. Es un problema excepcional, pero se podría revisar de vez en cuando el estado de la cinta para ver si esta se encuentra desgastada y, por ende, necesitar de un cambio preventivo. Ocurrió solo en esa ocasión y desde febrero hasta la fecha de la realización de este proyecto, no se ha vuelto a presentar dicho problema.
- **Corte de huincha.** Ocurría cuando el material de acero de las huinchas cedía ante los esfuerzos que se veía sometido. Es imposible predecir cuándo se puede cortar una huincha, pero sí se pueden tomar las precauciones para evitar que pase y se interrumpa la producción.

En general, esta maquinaria no presenta problemas recurrentes que signifiquen detenciones mayores, pero sí son necesarias algunas pautas para que se ejecuten labores de mantenimiento para que exista en la organización, una cultura de propiedad por el uso y cuidado de las máquinas.

El siguiente equipo a observar es el triple, un banco aserradero con tres volantes cortadores dispuestos de forma horizontal. En la actualidad esta máquina fue reemplazado por un banco con dos volantes horizontales dispuestos en un mismo espacio, por lo tanto, se analizarán los problemas que igualmente pueden calificar desde el estudio de tres semanas a la nueva máquina, pues esos inconvenientes se presentan hoy en día también.

Gráfico 11: Detenciones Triple

Detenciones Banco Triple



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de tiempos de las detenciones de las máquinas del aserradero

Al igual que las otras máquinas, el banco triple se ve afectado a problemas externos y a la falta de materia prima. Con tiempo de 943 minutos y 882 minutos respectivamente, son las detenciones que más afectaron a la maquinaria en cuestión y se argumentan porque el triple en cuestión está entre dos máquinas dentro de la línea continua de producción, que lo hacen dependiente a detenerse sí es que los otros equipos fallan. Luego con respecto a falta de materia prima, podía deberse a dos detonantes principalmente. El primero porque ya desde el descortezador no han venido a dejar más troncos para aserrar y el segundo se podía deber a la detención de alguna otra máquina y como todo está conectado en línea continua, obligatoriamente las otras máquinas debían parar.

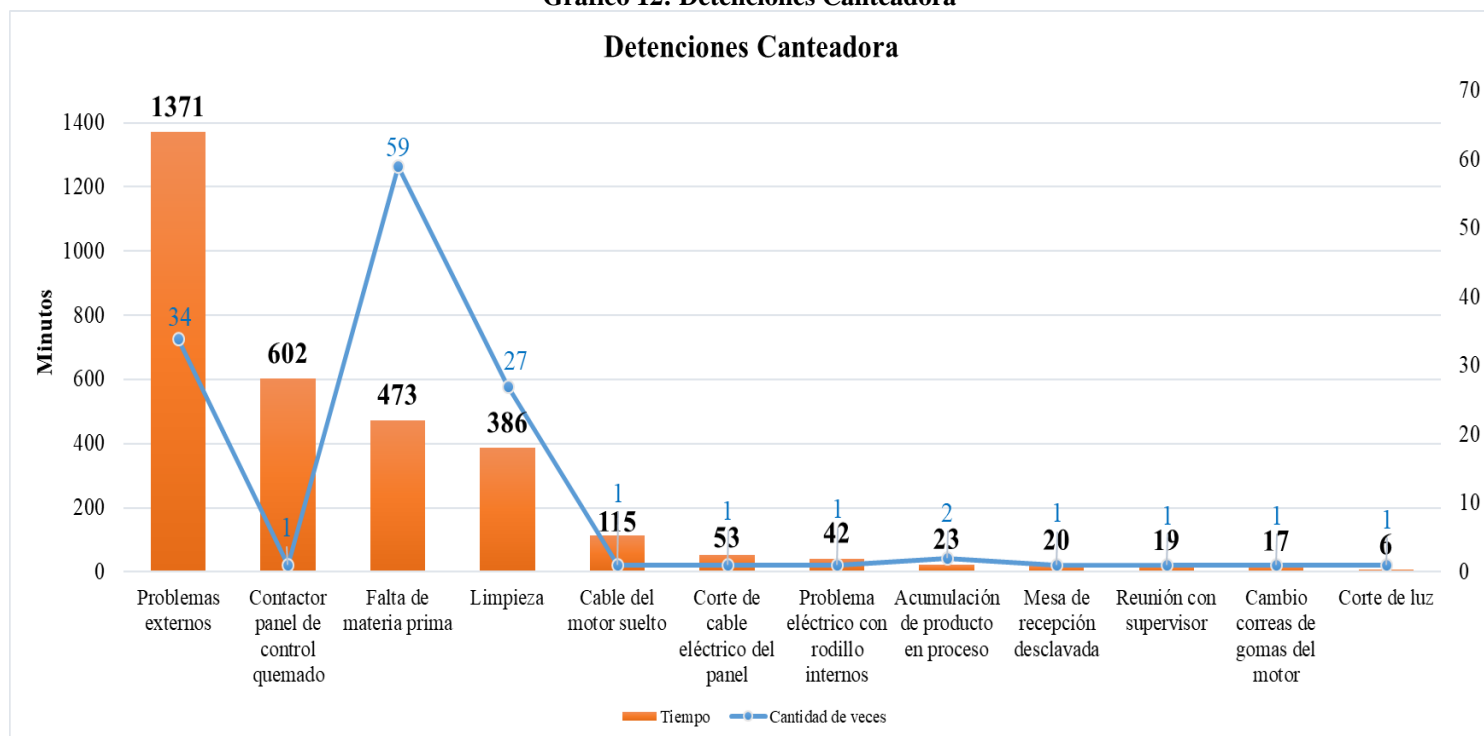
- Limpieza.** Las labores de limpieza se remitían a dejar despejado de basura y desechos de la madera, el puesto de trabajo y debajo de la máquina. Esta consideración también se ejecutaba en el interior de la máquina porque, aunque posea un sistema de extracción por succión, igualmente quedaban restos de aserrín que debían ser quitados. Cada vez que se hacía limpieza general de la planta, los trabajadores que operan en este equipo aprovechaban de limpiar como todos lo demás, los espacios de tránsito comunes porque la planta debía quedar en perfectas condiciones para evitar focos de incendio.

- **Cambio de huincha.** Al igual que el resto de los equipos que cortan madera, posee huincha de acero que con el tiempo y uso, se van debilitando y el filo se gasta. Por lo tanto, para no perder la calidad del producto final y del corte de las tablas, se cambia la huincha por otra que cumpla con las exigencias de funcionamiento. Aquí clasifican solo los cambios que se hacen de forma preventiva o cuando se aprovechaba ya que el banco aserradero y el múltiple 7 volantes también realizaban esta acción. Los cambios de por rotura o corte de la huincha vienen en el problema subsiguiente.
- **Lampazo atorado en los volantes.** Pasaba el mismo efecto que le sucede al múltiple 7 volantes pues por encima de los lampazos al ser cortado, se producían trozos de madera que se levantaban por encima de la huincha y seguían su camino hasta dar con la sección del volante, haciendo que el lampazo no avanzara por la cinta transportadora interna de la máquina y no terminando entonces por cortar.
- **Corte de huincha.** Pasaba cuando el material de acero de las huinchas no resistía la tensión a la cual deben trabajar y sucedía una rotura del elemento. Posteriormente eran cambiadas para claramente poder seguir funcionando. Se presentaba con similar frecuencia que los cortes de huincha en el banco aserradero y el múltiple 7 volantes porque todas las huinchas son del mismo material y los esfuerzos de trabajo son casi iguales.
- **Descalibración de volantes.** En tres ocasiones se presentó que los volantes se han soltado en su eje de giro pues la tuerca no estaba apretada correctamente en su posición. Presenta un problema relevante pues un volante suelto girando a altas velocidades puede ocasionar un accidente laboral.

La siguiente máquina corresponde a la canteadora, máquina encargada de quitar los bordes irregulares a los lampazos obtenidos del banco triple anterior (actualmente un banco doble) para así obtener tablas y formar paquetes.

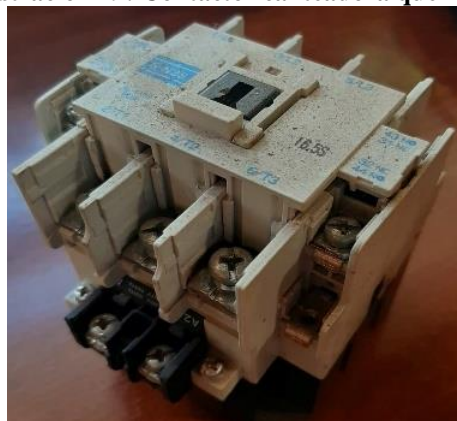
- **Problema con un contactor del panel eléctrico de control.** Debido a la acumulación de aserrín en los más pequeños espacios remotos de los componentes del panel eléctrico de control de la maquinaria, es que los elementos internos necesarios para hacer funcionar la canteadora fallan. En esta ocasión este problema excepcional pasó solo una vez, pero involucrando poco más de 10 horas de detención.

Gráfico 12: Detenciones Canteadora



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de tiempos de las detenciones de las máquinas del aserradero

Ilustración 19: Contactador canteadora quemado



Fuente: Imagen capturada por Pablo González Núñez

- Falta de materia prima.** Este problema se origina porque como ya se ha mencionado para los demás análisis, sí el banco triple no tenía materia prima, la canteadora no tenía que procesar y el triple no tenía porque no recibía desde el banco aserradero y así como sigue la cadena, pero se hace el alcance respectivo porque durante tres semanas, la canteadora estuvo sin cumplir sus funciones 59 veces siendo la detención con más tiempo, lo que claramente llama la atención.

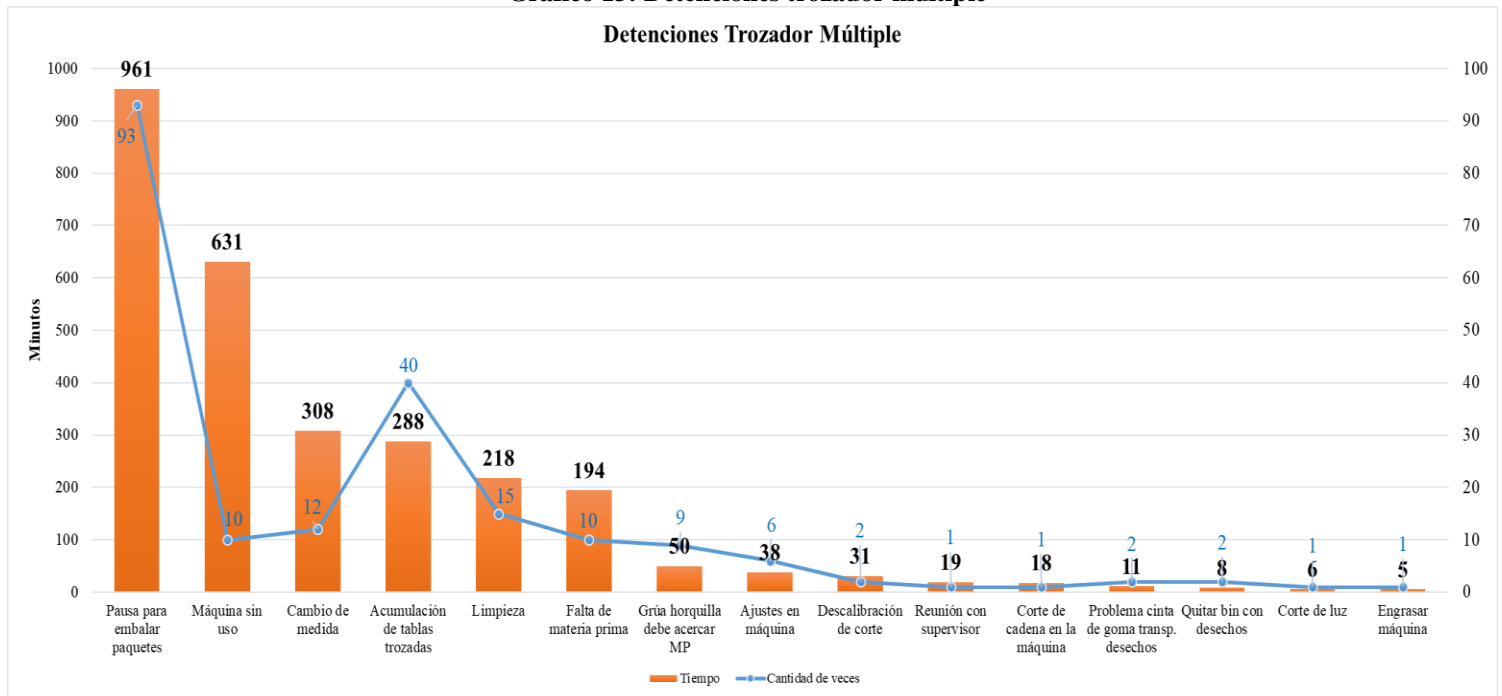
- **Limpieza.** Se refieren a actividades para quitar el aserrín debajo de la máquina, al interior de ella, logrando esta labor a través de una manguera con aire comprimido y los alrededores de la máquina, incluyendo la zona de recepción de las tablas listas. El principal problema que aún existe, es que la manguera para extraer el aserrín por debajo a través de la succión, no lo hace de gran manera y de vez en cuando el operario debía detener la canteadora para pasar y mover la manguera pues ya se había acumulado bastante material.
- **Cable del motor de la máquina.** Luego de pasado el problema con el contactor, donde asistió un eléctrico externo para solucionar el problema pues el de planta estaba de vacaciones, a los minutos la máquina volvió a parar. Nuevamente se llama el eléctrico externo para que solucione el problema, el cual tuvo como origen que se soltó un cable en el motor. Con su asistencia y conocimientos, resolvió la detención rápidamente, pero gran parte de esos 115 minutos fue porque el técnico debió llegar hasta las instalaciones.

El resto de los problemas surgieron de manera excepcional pues no se describirán en detalle, pero pudieron haberse evitado con un regular control de los elementos de la canteadora si existiese un plan de mantenimiento.

A continuación, se procede a realizar el análisis de los problemas que afectan al trozador múltiple, máquina que es utilizada para dimensionar los paquetes de madera procedentes de la línea principal y que son trozados para obtener dimensiones más pequeñas de tablas y elaborar diversidad de *pallets*.

- **Pausa para embalar paquetes.** Notoriamente fue la tarea que más tiempo tomo y la mayor cantidad de ocurrencia con un total de 93 ocasiones. Es una tarea que se debe ejecutar sí o sí porque luego de que los operarios reciben las tablas trozadas y las apilan para hacer paquetes de cierta cantidad de piezas, deben embalar usando una cinta de plástico para evitar que las tablas se desordenen en los movimientos que hace la grúa horquilla y también al momento de ser trasladados hacia el cliente.

Gráfico 13: Detenciones trozador múltiple



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de tiempos de las detenciones de las máquinas del aserradero

- **Máquina sin uso.** Esto sucedía ya que se necesitaban a los trabajadores en otros lugares o máquinas de la planta, pues eran reasignados porque en esos días puntuales había escases de personal. Por lo tanto, el trozador múltiple no se utilizaba.
- **Cambio de medida.** Siendo alguna de las tres medidas de largo de las tablas obtenidas de la línea principal y que necesitan del servicio de dimensionado o trozado, el cambio de medida hace referencia a variar las distancias entre las sierras circulares dispuestas en paralelo. Algunas de las medidas más comunes para producir tablas trozadas son en 1000 y 1200 milímetros.
- **Acumulación de tablas trozadas.** La explicación es porque a partir de una tabla de dimensiones 2,44; 3,20 y 4 metros son trozadas en tablas más pequeñas, por ejemplo, de 1 metro. Entonces en el lugar donde se juntan las tablas y se apilan para formar nuevos paquetes de tablas, estas se acumulan y el operador debe detener el trozador para dar tiempo a otros dos trabajadores para que alcancen a hacer su trabajo sin sobrecarga.
- **Limpieza.** Corresponde a realizar limpieza de los espacios que utiliza la máquina trozador múltiple. El aserrín que cae al suelo se originan de los cortes hechos por las

sierras circulares que quitan unos pocos milímetros para lograr trozar las tablas. También caían al suelo trozos de tablas sobrantes y que no calificaban para las dimensiones que se estaban obteniendo. La mayoría de estos trozos son transportados desde la misma máquina a través de una cinta hacia un *bin* de desechos y que posteriormente, se dejan en la astilladora para producir viruta. En el puesto de trabajo contaban con una manguera con aire comprimido para quitar el aserrín que se alojaba en las cadenas de transporte de las tablas para dimensionar con las sierras.

- **Falta de materia prima.** Este problema surgía la gran mayoría de las veces porque la grúa horquilla se encontraba realizando otras actividades y entonces los operarios debían esperar que se les viniera a dejar más tablas de 2,44; 3,20 o 4 metros para ser dimensionadas. Es relevante dejar en claro que esta actividad de trozado es independiente del resto de la línea principal, por ende, cada vez que ésta línea terminaba paquetes, estos se almacenaban en el patio por un tiempo y podían pasar días sí es que en realidad se necesitaba el servicio de dimensionado y ahí recién, se dejaban los paquetes para cortar.
- **Grúa horquilla debe acercarse materia prima.** Cada vez que se dejaba materia prima en el trozador múltiple, se dejaban hasta dos paquetes en el mismo periodo de trabajo para dimensionar. Entonces lo que pasaba era que se acababa el primer paquete más cercano a la máquina y luego se debía esperar que la grúa horquilla se aproximara al lugar y pudiera acercarse más a la máquina el segundo paquete. En muchas ocasiones aprovechaba de ir al patio de almacenamiento para ir a buscar más materia prima para en la próxima instancia, solo acercarse el paquete con tablas.
- **Ajustes en máquina.** Corresponde a ajustes de tipo estructural del trozador múltiple que se debían a partes metálicas que no estaban alineadas en su correcta posición y producían impedimentos para el funcionamiento normal de la máquina. El operador detenía el equipo para realizar los arreglos.
- **Descalibración de corte.** El problema surgió porque el trozador estaba obteniendo tablas de una medida no requerida, por lo tanto, se tuvo que parar la producción para hacer un cambio de medida y ajustar la distancia de las sierras para elaborar en las correctas dimensiones solicitadas. El origen fue un error en la comunicación de la planificación hacía el trabajador de la máquina.

- **Corte en la cadena de transporte de la máquina.** En la rendija por donde van las cadenas de transporte, se acumula mucho aserrín proveniente de los mismos cortes que se realizan a cada una de las tablas originales más largas, provocando que haya mayor resistencia al roce al movimiento de las cadenas. Esto sumado a que idealmente no debe ir algún tipo de lubricación porque si no el producto final se ensucia, generaron que una unión de la cadena cediera debido a los esfuerzos que se ve sometido este elemento del trozador múltiple.

3.4 Primeras actividades

Las primeras actividades desarrolladas en la empresa, hacen referencia a la formalización del proceso productivo y el plano de las instalaciones. El *layout* de la empresa y con el propósito de lograr una mejor descripción de ésta al inicio de este informe, es que en la sección 1.3 Lugar de aplicación, se muestra por primera vez dicha representación disponible en la Ilustración 18: *Layout* del aserradero de Industrial Madeex S.A. y también de forma completa, en el Anexo 1.

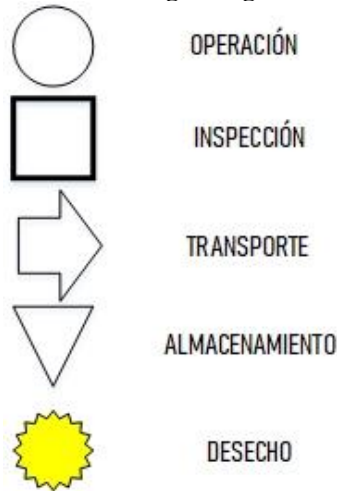
Con estas ilustraciones, se demuestra la organización actual de las máquinas de la planta, incluso considerando el cambio del banco aserradero triple por uno de dos volantes.

3.4.1 Formalización del proceso productivo

En la siguiente sección se procederá a realizar la identificación y descripción de los procesos productivos usando el diagrama de flujo o *flow-sheet*. El diagrama de procesos es una representación gráfica de un algoritmo o proceso. Se utiliza en disciplinas como programación, economía, procesos industriales y psicología cognitiva. Estos diagramas utilizan símbolos con significados definidos que representan los pasos del algoritmo, y representan el flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y de fin del proceso (Álvarez, 2017).

En la Ilustración 20 se muestra la simbología del diagrama de flujo para representar los diferentes procesos que hacen referencia a la producción de madera aserrada.

Ilustración 20: Simbología diagrama de procesos

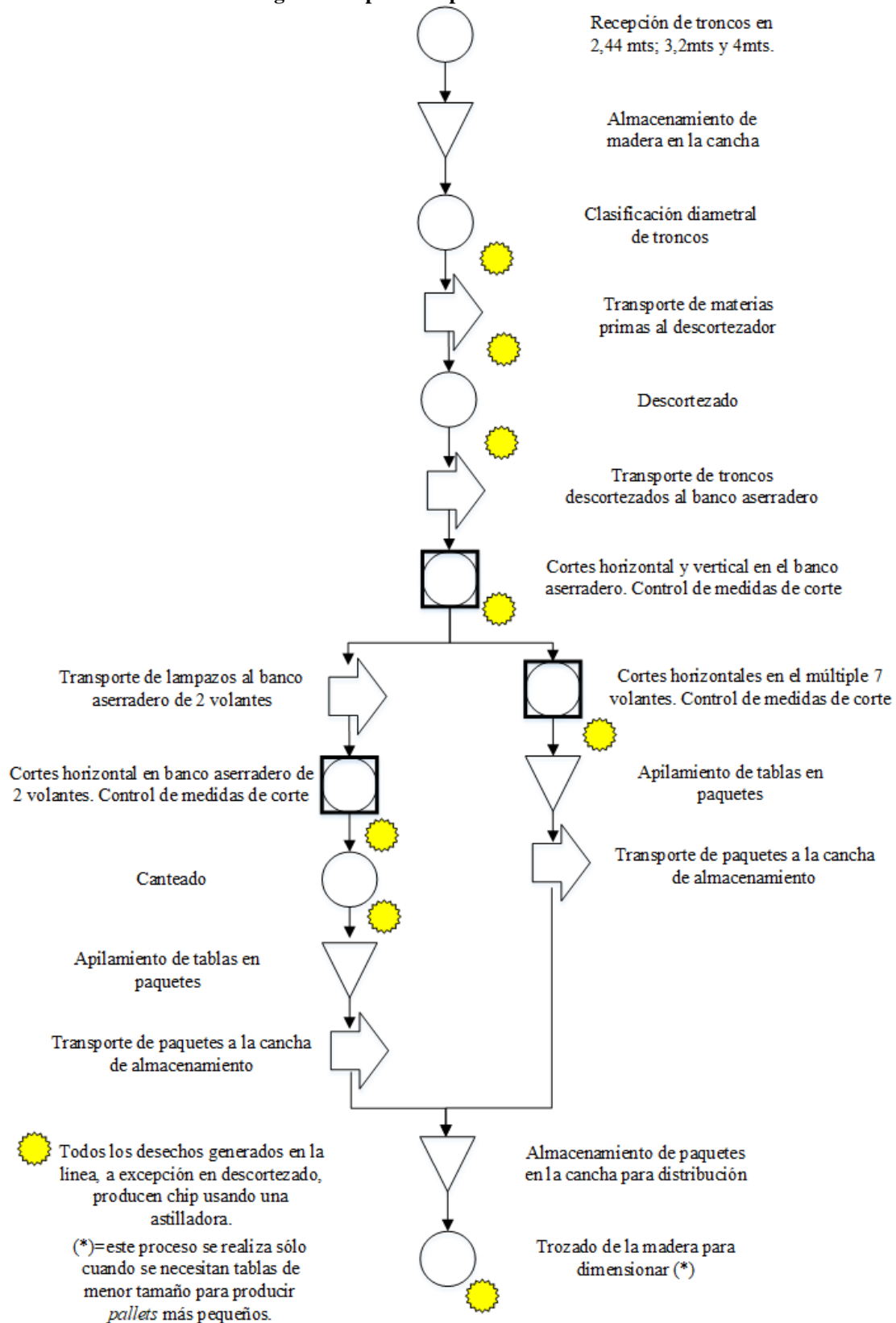


Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 21 se puede visualizar el *flow-sheet* de las operaciones descritas en la sección 1.1.6 Proceso productivo, el cual está compuesto por una línea principal continua que posee una bifurcación luego del banco aserradero puesto que, el 60% sigue hacia el múltiple 7 volantes y los dos lampazos generados luego de los cortes del volante vertical, se dirigen hacia el banco aserradero doble y luego, pasados por una canteadora.

De cada uno de los procesos y con el propósito de generar productos que pueden ser comercializables, se generan desechos que son guiados a través de una canoa en medio de la planta en dirección hacia un astillador en donde se produce la viruta o chip.

Ilustración 21: Diagrama de procesos para la obtención de madera aserrada



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4: FUNDAMENTOS PARA EL DISEÑO DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

En el siguiente capítulo se procede a establecer las bases para respaldar el diseño del plan de implementación. Para lograr este objetivo y en primer lugar, se realiza la clasificación de pérdidas apreciadas en las problemáticas identificadas por máquina. Usando el método Delphi para consultar al personal pertinente, se discriminan de los problemas más relevantes para considerarlos y buscar una solución pensando en el diseño del plan. Luego, se utiliza 5W1H para definir de mejor forma las problemáticas seleccionadas.

4.1 Fundamentos para hacer el diseño del plan de implementación

En el siguiente capítulo se inicia con las actividades de desarrollo del proyecto que van a estipular las bases para poder diseñar el plan de implementación con el propósito de mejorar los procesos productivos y que tienen el sustento en las herramientas de 5S y TPM.

En primer lugar, se realiza y utiliza la clasificación de los desperdicios identificados en la sección 3.3 Análisis de la problemática y que están agrupados en alguno de los 16 tipos de pérdidas que se pueden identificar en una empresa manufacturera. Se presentará los resultados de la suma de los minutos de los problemas ya clasificados a través de diagramas de Pareto para cada máquina, donde posteriormente se mencionará porque dichos problemas se clasificaron en ese tipo de pérdida. Esta información ayudará a poder seleccionar los problemas con mayor prioridad que se requiere encontrarles una solución más prontamente y que permitan luego, mejorar la eficiencia de los procesos productivos de Industrial Madeex S.A.

Se utilizará el método Delphi para que, en conjunto con el personal del taller de mantención, identificar las problemáticas más relevantes. Una vez hecho este paso, se usará la herramienta 5W1H para definir de mejor forma los problemas que afectan a las máquinas del aserradero.

4.2 Clasificación de los desperdicios 16 tipos

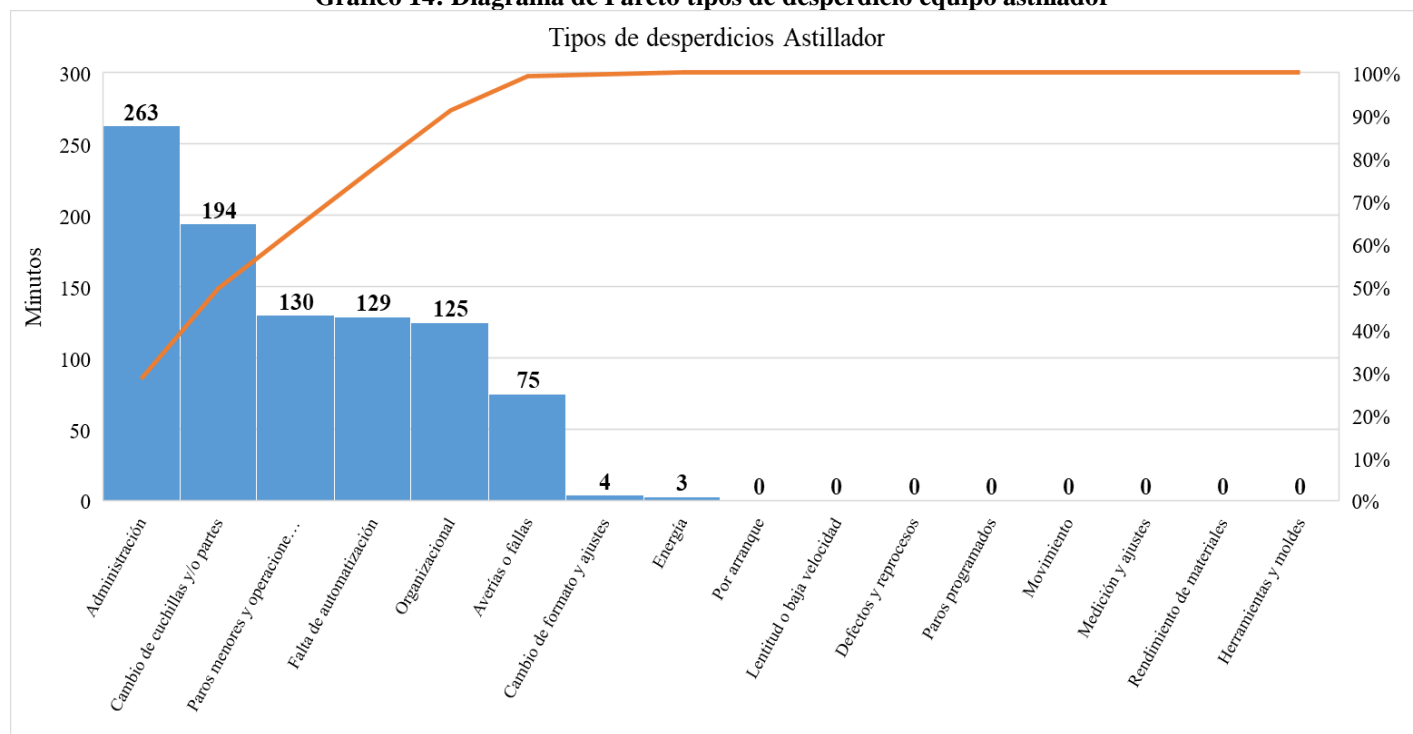
A continuación, se procede a mostrar cada uno de los diagramas de Pareto resultantes de la clasificación de los desperdicios identificados a partir del estudio de tres semanas realizado en el mes de febrero del presente año.

Siguiendo el orden de las descripciones ya realizadas en secciones anteriores, se visualizarán los 7 diagramas de Pareto con sus respectivas explicaciones conjuntas a las representaciones gráficas. Cabe destacar que se elaborarán algunos análisis que permitirán ir obteniendo breves conclusiones que servirán de guía para proceder con el paso siguiente, poder establecer los fundamentos para el diseño del plan de implementación para la empresa.

Luego se presentará esta información al personal de mantenimiento y todo aquel trabajador involucrado en los procesos y que puedan generar aportes significativos.

La primera máquina corresponde al astillador que con un total de 263 minutos en las tres semanas la pérdida que mayor valor presentó fue del tipo administrativa.

Gráfico 14: Diagrama de Pareto tipos de desperdicio equipo astillador



Fuente: Elaboración propia

- Pérdidas por administración.** Corresponde clasificar acá la falta de materia prima ya que se considera que desde administración se debe estar en constante control para que los procesos no se detengan y funcionen continuamente y la falta de camión receptor de la viruta pues la administración debe estar atenta a que siempre haya un camión a la espera o asegure su puesto inmediatamente se llena el camión anterior. En la actualidad el transporte de las astillas hacia los clientes es realizado por una empresa externa, pero internamente se deben tener las precauciones en cada ocasión.
- Pérdidas por cambio de cuchillas y/o partes.** No queda mayor análisis pues esta detención tiene por nombre el mismo título del tipo de pérdida en cuestión.
- Pérdidas por paros menores y operaciones en vacío.** Con un tiempo total de 130 minutos, corresponde clasificar aquí las labores de cambio del camión receptor.

Aunque si bien fue la tercera detención con más tiempo, el promedio por cambio fue de 13 minutos, considerado entonces un paro menor.

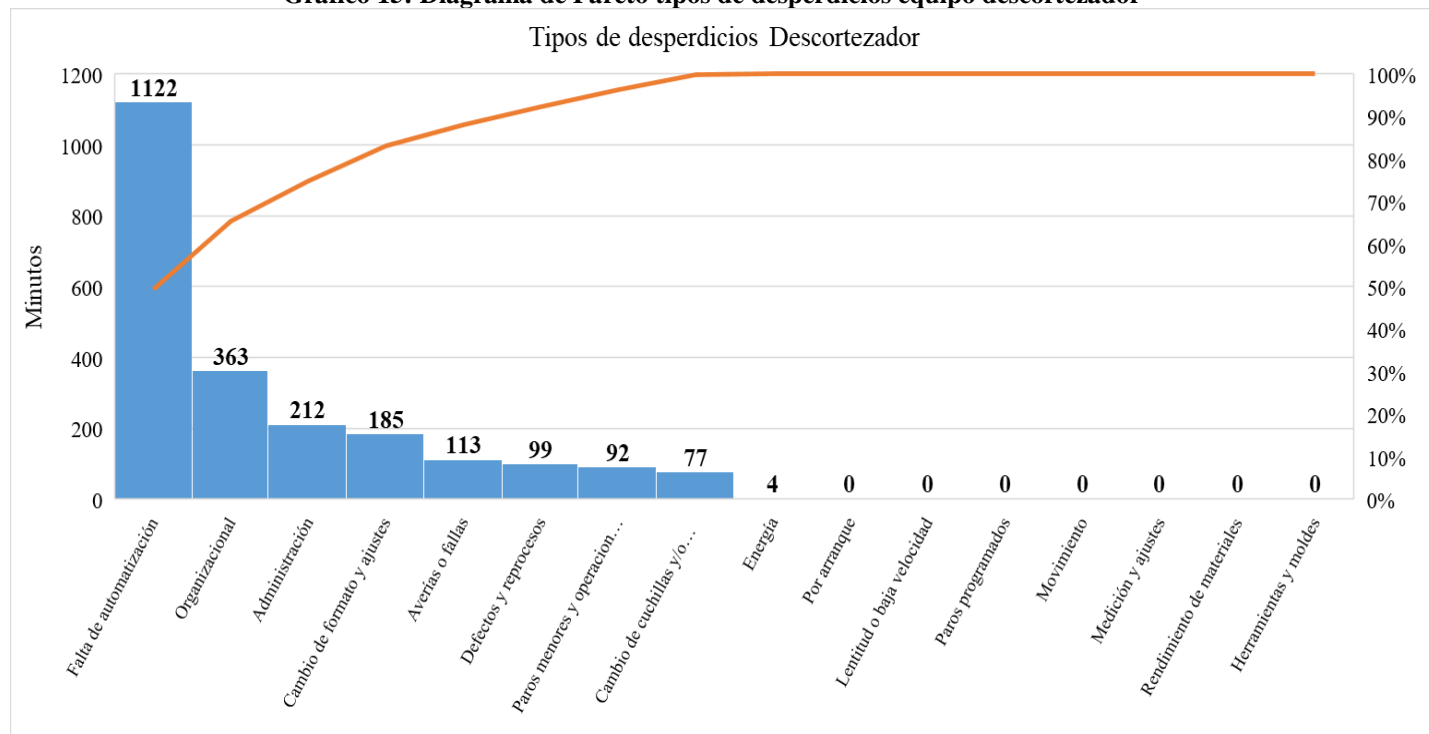
- **Pérdidas por falta de automatización.** De aquí en adelante, se clasificará problemas externos en falta de automatización porque si existiera una mayor integración conjunta de los procesos, aunque ya estén conectados en línea continua, se presentan carencias debido a que las máquinas del aserradero son semiautomáticas y requieren de participación y de hasta manipulación del producto en proceso por parte de los operarios para que las labores se lleven a cabo. Se repite este párrafo en cada máquina para no citar lo descrito recientemente.
- **Pérdidas organizacionales.** Aquí fueron clasificado la limpieza porque es una política de la empresa y organización de la misma estimar que se deben ejecutar tareas de limpiar los puestos de trabajo con la finalidad de quitar el aserrín que, al fin y al cabo, es un producto inflamable que puede ser un foco de incendio.
- **Pérdidas por averías o fallas.** Corresponden a problemas que se producen acordes al nombre de este tipo de desperdicio. Entonces en este grupo está problemas con el motor que hace girar la cinta para los desechos o canoa, la vez que se atoró un trozo de madera en la entrada del astillador y una falla en la estructura de la canoa la cual requirió de soldadura para su reparación.
- **Pérdidas por cambio de formato y ajustes.** Hace referencia al cambio de un pulsador para activar alguna función del astillador que es encendido y apagado desde un tablero de control eléctrico. El tiempo fue de 4 minutos en que el eléctrico de la empresa realizó la actividad.
- **Pérdidas por energía.** El día 22 de febrero de 2019 hubo un corte general de electricidad en la planta afectando a todas las máquinas. El astillador estuvo 3 minutos sin funcionar.

En general, el astillador es un equipo que presenta buen rendimiento pues normalmente se encuentra constantemente desempeñando sus labores, por lo tanto, habría que tener algunas consideraciones mínimas al momento de realizar los procedimientos que lo lleven a mejorar su eficiencia desde el punto de vista del plan de mantenimiento. La mayoría de sus problemas poseen influencia externa que, al mejorar los demás procesos en simultáneo, el astillador

podría dedicar más tiempo a trabajar y no a las detenciones. Es relevante mencionar que algunas actividades requieren de sí o sí paralizar la máquina, entonces es bueno considerar y establecer algunas normas para que el operador siga esas instrucciones.

La siguiente máquina corresponde al descortezador que, con un total de 1122 minutos, la pérdida más importante se debe por la falta de automatización.

Gráfico 15: Diagrama de Pareto tipos de desperdicios equipo descortezador



Fuente: Elaboración propia

- Pérdidas por falta de automatización.** Corresponde a clasificar aquí problemas externos porque si existiera una mayor integración conjunta de los procesos, aunque ya estén conectados en línea continua, se presentan carencias debido a que las máquinas del aserradero son semiautomáticas y requieren de participación y de hasta manipulación del producto en proceso por parte de los operarios para que las labores se lleven a cabo. Por lo general cuando el descortezador trabaja normal, es más rápido que cualquiera de las máquinas que lo siguen, pero sí de las demás alguna debe detenerse, el equipo no tiene otra alternativa que hacerlo también. Es así que esta información queda plasmada que problemas externos representa aproximadamente el

50% (ver gráfico anterior línea anaranjada) del tiempo total de las paralizaciones durante las tres semanas del estudio debido a problemas que afectaron directamente a otras máquinas y el descortezador se vio involucrado igualmente.

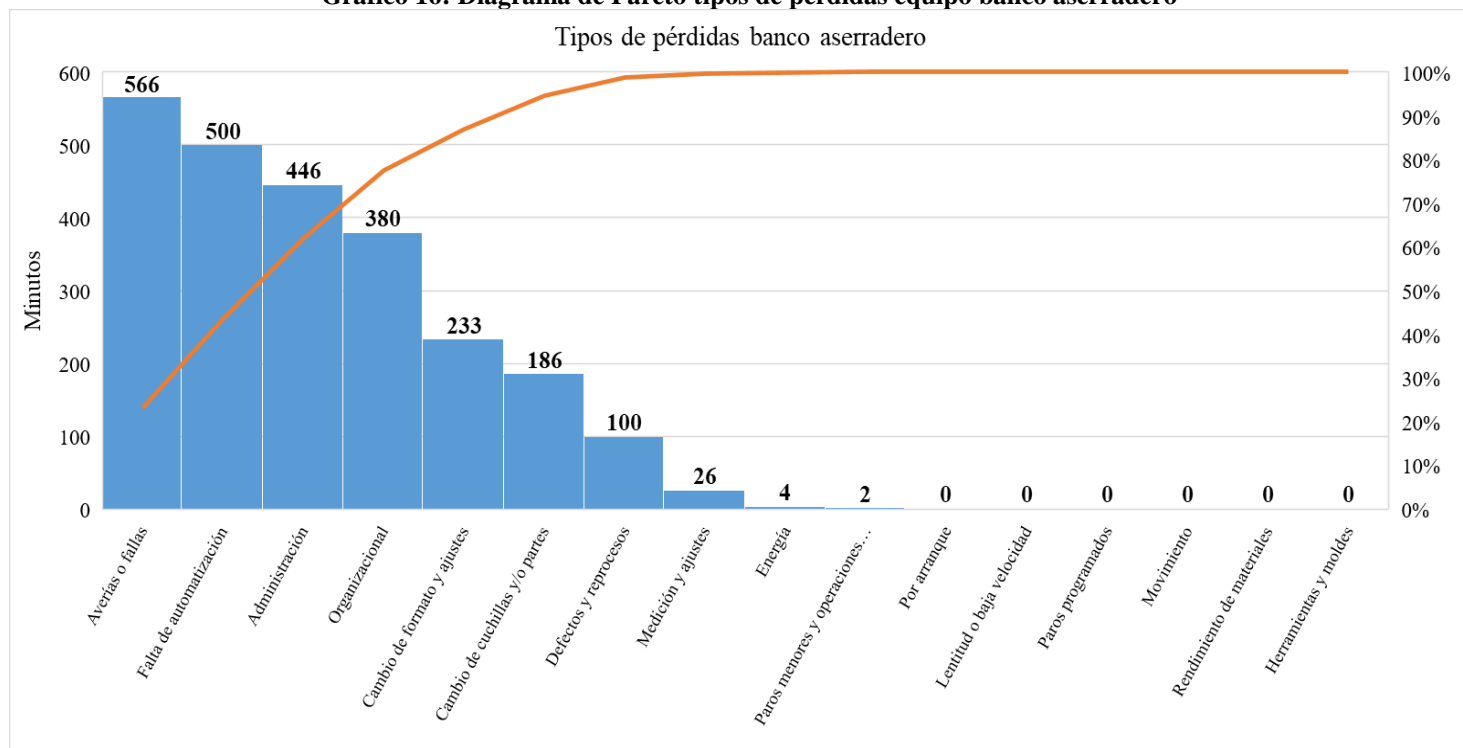
- **Pérdidas organizacionales.** Con un tiempo de 363 minutos y alcanzando un acumulado de aproximados 70% más falta de automatización, el segundo tipo de desperdicio corresponde a pérdidas organizacionales porque se realizó limpieza ya que es política general de la empresa para prevenir puntos donde pueda iniciarse un incendio.
- **Pérdidas por administración.** Representa un tiempo total de 212 minutos y las detenciones que se consideran dentro de este tipo de pérdida son la falta de materia prima porque desde la administración se debe estar atento cuando el descortezador se encuentra sin troncos para procesar y también una reunión que tuvo lugar en el casino de la empresa entre el supervisor de operaciones y los trabajadores.
- **Pérdidas por cambio de formato y ajustes.** Corresponde a los tiempos de las detenciones de cambio de medida en la planta de 181 minutos y un ajuste que se debió hacer en la máquina y que el operador solucionó con una herramienta pegando golpes para enderezar la estructura metálica del descortezador. El ajuste tardó 4 minutos.
- **Pérdidas por averías o fallas.** Aquí se han agrupado tres problemas que causaron detenciones por un total sumado de 113 minutos. Los problemas en cuestión fueron por inconvenientes con los rodillos internos que hacen girar el sistema que quita la corteza de los troncos de pino, corte en la cadena de transporte de los troncos entre el descortezador y el banco aserradero y un trozo de metal atorado en el interior de la máquina donde el operador tardó 23 minutos en resolver el problema.
- **Pérdidas por defectos y reprocesos.** Cuando se realizan actividades de dimensionado, no se hacen tareas de aserrar madera. Se ocupa el múltiple 7 volantes entonces el descortezador no es utilizado. Las labores de dimensionar tomaron 99 minutos.
- **Pérdidas por paros menores y operaciones en vacío.** Como ya se ha mencionado, el descortezador posee una velocidad mayor al resto de las máquinas que lo siguen en la línea productiva, entonces hubo ocasiones que el trabajador debía esperar sin depositar troncos en la máquina porque la cadena de transporte del banco aserradero

se encontraba llena con troncos y aunque estos estuvieran a punto de acabarse, no tardaba tiempo alguno en volver a llenar con troncos.

- **Pérdidas por cambio de cuchillas y/o partes.** Corresponde al cambio de rodamientos internos que hace girar el sistema descortezador. Ocurrió en una sola oportunidad durante el estudio de las tres semanas y el operario demoró 77 minutos en cambiar los elementos en cuestión.
- **Pérdidas por energía.** El día 22 de febrero de 2019 hubo un corte general de electricidad en la planta afectando a todas las máquinas. El descortezador estuvo 4 minutos sin funcionar.

La máquina que sigue a continuación es el banco aserradero, el cual es muy crucial para la actividad de aserrar madera para la empresa, pero a la vez es la máquina que presentó más detenciones y problemas ya identificados en la sección 3.3 Análisis de la problemática y que en el gráfico siguiente, se puede magnificar claramente porque se aprecia la existencia de 7 tipos de pérdidas que se presentaron durante las tres semanas y que tienen tiempos mayores a 100 minutos.

Gráfico 16: Diagrama de Pareto tipos de pérdidas equipo banco aserradero



Fuente: Elaboración propia

- **Pérdidas por averías o fallas.** Sí existe algún punto donde se deba analizar elementos para generar grandes cambios en el funcionamiento general de la planta, es el banco aserradero pues se pueden realizar pautas y procedimientos estándar para asegurar que no se presenten problemas por averías o fallas y sí es que suceden, se solucionen en el mínimo tiempo posible, teniendo los repuestos disponibles de forma inmediata y aunque fueran costosos, poseer la información oportuna para determinar el tiempo necesario para hacer los cambios antes de las fallas, prefiriendo la prevención. Este ítem representó el 25% de los problemas totales durante el estudio, abarcando los problemas de rotura del eje del volante horizontal y sólo este fue de 356 minutos, problema eléctrico con los rodillos que sostienen los troncos durante el tránsito por la máquina, cortes de las huinchas de acero para cortar madera, tronco atorado en alguna parte de la máquina, falla en el sensor hidráulico y que cuando se activa, bota los lampazos en dirección a la siguiente máquina y por último, un problema eléctrico con los botones que controlan el funcionamiento del banco.

Es relevante solucionar los problemas de esta máquina porque cuando se presenta el ítem “problemas externos” de los demás equipos, la responsabilidad directa en la mayoría de las veces, correspondió a los problemas que el mismo banco aserradero tuvo.

- **Pérdidas por falta de automatización.** Corresponde a clasificar aquí problemas externos porque si existiera una mayor integración conjunta de los procesos, aunque ya estén conectados en línea continua, se presentan carencias debido a que las máquinas del aserradero son semiautomáticas y requieren de participación y de hasta manipulación del producto en proceso por parte de los operarios para que las labores se lleven a cabo.

Igualmente, este tipo de pérdida se presenta en esta máquina, pero las diferencias se pueden contrastar claramente si uno puede visualizar el valor en minutos para pérdidas por falta de automatización en cada uno de los gráficos de Pareto de las máquinas de la línea principal, esto es, dejando fuera al astillador y al trozador múltiple. En esos gráficos, el valor va entre los 943 y los 1371 minutos, casi

el doble del valor mínimo del intervalo con respecto a los 500 minutos en el banco aserradero.

- **Pérdidas por administración.** Aquí se agrupan la falta de materia prima con un total de 427 minutos donde el banco aserradero estuvo sin trabajar por este motivo. La justificación es porque el cargador frontal se encontraba realizando otras funciones, principalmente la descarga de camiones forestales que traen los troncos en diferentes dimensiones. Como ya se ha mencionado, este tipo de pérdida corresponde a atenciones desde administración pues se debe estar atento constantemente a las actividades, pero también es relevante mencionar que sí se acaban los troncos, muy pocas veces los mismos operarios informan esto al supervisor y este último, tiene más responsabilidades y, por lo tanto, ocuparse de muchas tareas a veces se hace imposible. Entonces sería muy bueno que los trabajadores de la planta tomen compromisos y empoderamientos para que se trabaje como equipo y se cumplan todas las metas mensuales que la organización se propone. La otra detención administrativa fue porque el supervisor llevó a cabo una reunión de 19 minutos durante el turno de trabajo.
- **Pérdidas organizacionales.** Alcanzando un 80% de tiempo acumulado en detenciones de la máquina en cuestión durante el periodo de estudio, la pérdida organizacional que se clasifica son las labores de limpieza porque es política de la empresa mantener libre de aserrín y lubricar los volantes con petróleo para evitar la fricción en los cortes por el paso de la madera. Además, los empleados deben limpiar de aserrín también sus puestos de trabajo y los espacios de la planta para la circulación peatonal.
- **Pérdidas por cambio de formato y ajustes.** Con un total de 233 minutos, las detenciones que pertenecen a este grupo son los cambios de medida y ajuste posicional de uno de los volantes del banco aserradero. De esta clasificación se debe rescatar el problema de los cambios de medida porque sí bien es una actividad obligatoriamente necesaria, se tiene que buscar una alternativa o establecer tiempos para que los cambios no tarden mucho porque sí seguimos la ideología del Dr. Shigeo Shingo de *Single Minute Exchange of Die* (cambio de matriz/formato en menos de 10

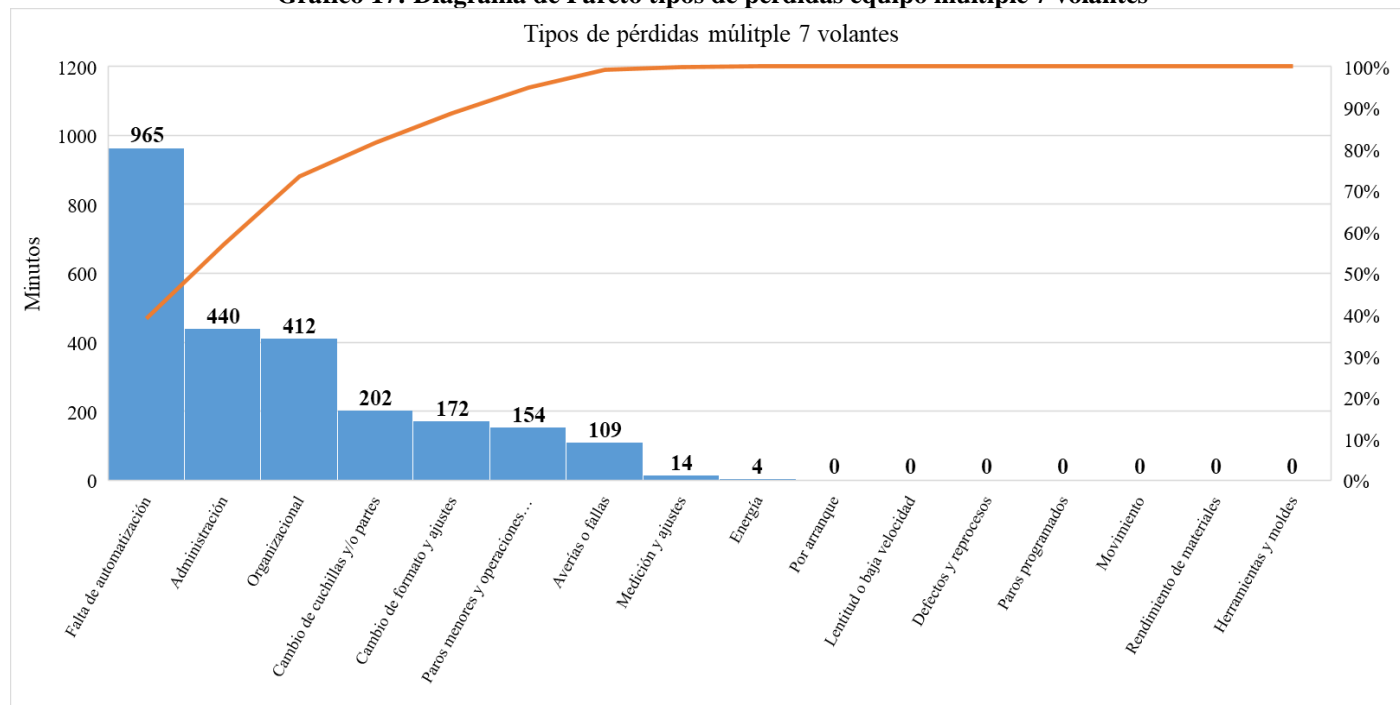
minutos - SMED), cualquier cambio que tarde más de 10 minutos, es considerado una pérdida de tiempo, dinero y es estimado como un desperdicio, indicando también que las cosas no se están haciendo bien.

- **Pérdidas por cambio de cuchillas y/o partes.** Corresponde a las detenciones que se realizaron por los cambios de huinchas ya que estas perdían su función cortadora pues el filo ya no era el mismo. Al igual que la pérdida anterior, se deberían establecer tiempos estándar para que el operador vaya controlando el tiempo de cambio y se alerte si es que se demora más de lo presupuestado. La consideración que se debe tener es la suficiente holgura para que el trabajador haga un cambio rápido, pero no deje mal ajustada la huincha porque se pueden provocar accidentes en plena actividad.
- **Pérdidas por defectos y reprocesos.** Se clasifica aquí los trabajos de dimensionado que se realizó por 100 minutos donde el banco aserradero no se utilizó y, por ende, debió detener sus funciones porque no se necesitaba.
- **Pérdidas por medición y ajustes.** Por un tiempo total de 26 minutos y con una ocurrencia de tres veces, hace referencia a la descalibración de cortes pues no se estaba cortando con las medidas correctas. Entonces el operador debía para el equipo, ajustar el ancho (distancias entre volantes verticales y lo que les da justamente el ancho a las tablas) y altura (volante horizontal) de las huinchas de acero, probar con el paso de un tronco y medir para comprobar que se estuviera cortando en las dimensiones correctas.
- **Pérdida por energía.** El día 22 de febrero de 2019 hubo un corte general de electricidad en la planta afectando a todas las máquinas. El banco aserradero estuvo 4 minutos sin funcionar.
- **Pérdida por paros menores y operaciones en vacío.** Corresponde a dos detenciones de un minuto cada una para quitar brevemente el aserrín de los volantes, pero no clasifican dentro de la magnitud que significan las detenciones para hacer las limpiezas de la misma máquina y del puesto de trabajo.

Ahora se prosigue con el múltiple 7 volantes que, por lo general, es una máquina que trabaja bastante bien y de forma continua, lo cual se refleja en que presenta una cantidad menor de tipos de pérdida con respecto al banco aserradero, aunque igualmente se estima que debe

estar dentro de un plan futuro de mantenimiento ya que durante las tres semanas se presentaron problemas de forma fortuita, sin saber la ocurrencia para poder prevenir quizás, pero se podía visualizar y haber estudiado oportunamente las condiciones de los elementos que componen el equipo para tomar los resguardos adecuados.

Gráfico 17: Diagrama de Pareto tipos de pérdidas equipo múltiple 7 volantes



Fuente: Elaboración propia

- **Pérdidas por falta de automatización.** Corresponde a clasificar aquí problemas externos porque si existiera una mayor integración conjunta de los procesos, aunque ya estén conectados en línea continua, se presentan carencias debido a que las máquinas del aserradero son semiautomáticas y requieren de participación y de hasta manipulación del producto en proceso por parte de los operarios para que las labores se lleven a cabo. Se puede notar la diferencia con la máquina anterior porque la diferencia entre ambos, es que aquí se consideró como problema externo la rotura del eje del volante horizontal y que abarcó 356 minutos.
- **Pérdidas por administración.** Llegando al 60% del tiempo acumulado de las detenciones que tuvo el múltiple, las pérdidas por administración que se generaron fueron por la falta de materia prima debido a que el banco y/o el descortezador no tenían troncos para procesar. También en algunas ocasiones ocurrió porque cuando

se hizo las labores de dimensionado, se debía dejar la materia prima respectiva en la cadena de transporte que el operador tiene en un costado. Además, aquí se clasifica la reunión de 19 minutos que tuvo el supervisor de planta con los trabajadores.

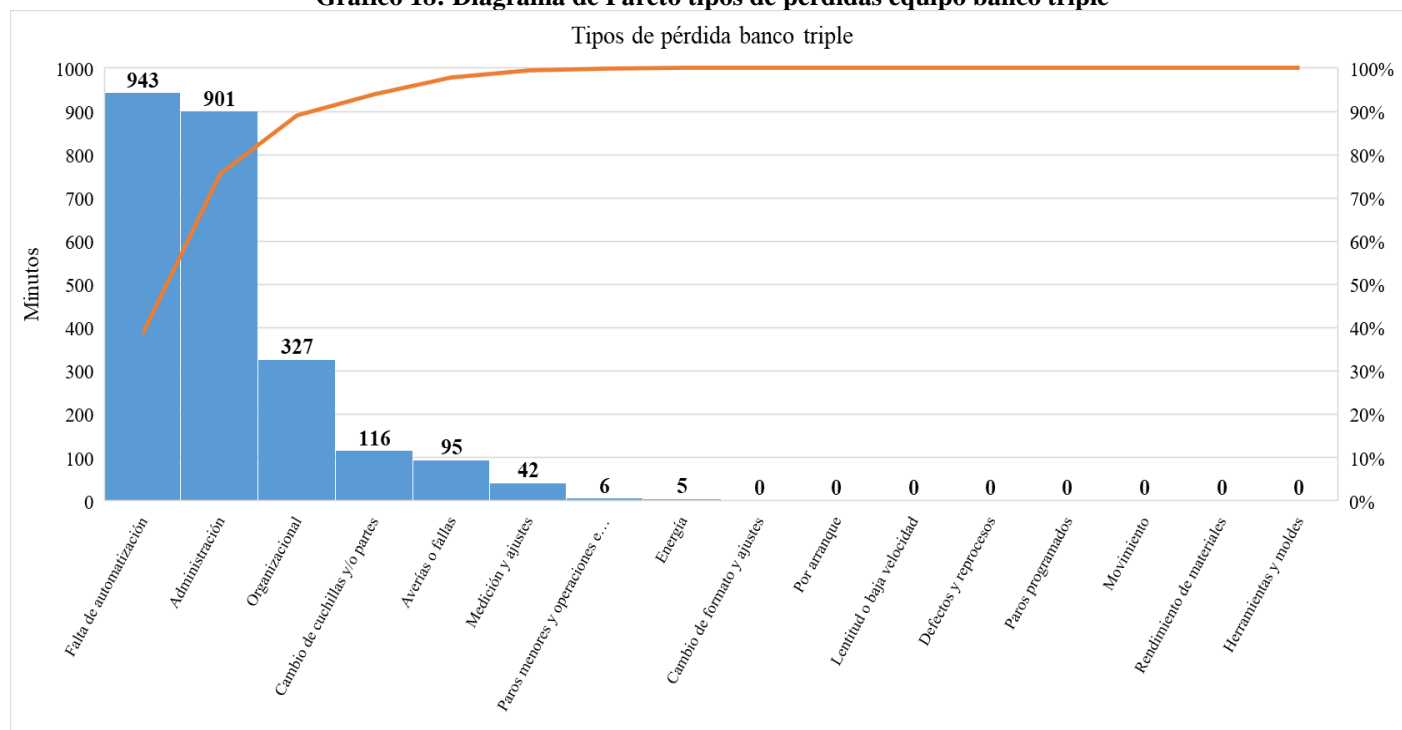
- **Pérdidas organizacionales.** La pérdida organizacional que se clasifica son las labores de limpieza porque es política de la empresa mantener libre de aserrín y lubricar los volantes con petróleo para evitar la fricción en los cortes por el paso de la madera.
- **Pérdidas por cambios de cuchillas y/o partes.** La clasificación de la problemática que está en este tipo de pérdida no resiste a mayor análisis porque en el múltiple 7 volantes se realizan cambios de las huinchas de acero cortantes. El tiempo de esta actividad fue de 202 minutos y representa aproximadamente el 85% del tiempo acumulado de las detenciones.
- **Pérdidas por cambio de formato y ajustes.** Con un total de 172 minutos, corresponde a la tarea de cambiar medidas de corte para obtener dimensiones de tablas necesarias para producir los diversos tipos de *pallets*. El ajuste realizado en el múltiple, es adaptar las alturas de los volantes para que, en cada corte se obtenga una tabla similar al de sus pares.
- **Pérdidas por paros menores y operaciones en vacío.** Sí bien el tiempo en que se atoraban lampazos fueron muchos minutos, las veces que pasó el problema también en tres semanas fue bastante, por lo tanto, en promedio las detenciones involucraban detenciones menores cada vez que ocurrían.
- **Pérdidas por averías o fallas.** En este punto y ya que se están describiendo los tipos de pérdida por máquina de forma descendente según cantidad de minutos, se puede evidenciar lo dicho en la breve introducción antes del diagrama de Pareto del equipo del múltiple. La máquina no presenta muchos problemas y lo podemos ver aquí, puesto que pérdidas por averías o fallas, que se tiende a pensar o se relaciona mucho con los tipos de mantenimiento, es el antepenúltimo tipo de pérdida en el gráfico. Aunque tiene un total de 109 minutos, pero no es comparable con otras máquinas que poseen muchos más minutos y eso que aquí se clasificaron dos problemas que sucedieron ocasionalmente y justo cuando se realizó el estudio porque, por ejemplo, la cinta interna del múltiple no ha vuelto a presentar inconvenientes y podría durar un

par de años para que presente otra falla. El otro problema aquí clasificado son los cortes de las huinchas de acero para cortar de los volantes.

- **Pérdidas por medición y ajustes.** Corresponde a clasificar los problemas de verificación de las medidas de cortes por 11 minutos y descalibración de los volantes por 3 minutos.
- **Pérdidas por energía.** El día 22 de febrero de 2019 hubo un corte general de electricidad en la planta afectando a todas las máquinas. El múltiple 7 volantes estuvo 4 minutos sin funcionar.

La máquina a continuación es el banco triple, donde se reitera que esta máquina fue considerada para datos e información, pero actualmente el tiempo de comenzar con el proyecto se incorporó una nueva máquina banco aserradero con dos volantes.

Gráfico 18: Diagrama de Pareto tipos de pérdidas equipo banco triple



Fuente: Elaboración propia

- **Pérdidas por falta de automatización.** Corresponde a clasificar aquí problemas externos porque si existiera una mayor integración conjunta de los procesos, aunque ya estén conectados en línea continua, se presentan carencias debido a que las máquinas del aserradero son semiautomáticas y requieren de participación y de hasta

manipulación del producto en proceso por parte de los operarios para que las labores se lleven a cabo.

Solo esta problemática representa el 40% del tiempo total de detenciones para el banco triple (ver inicio de la línea naranja en el rectángulo de falta de automatización en el gráfico anterior).

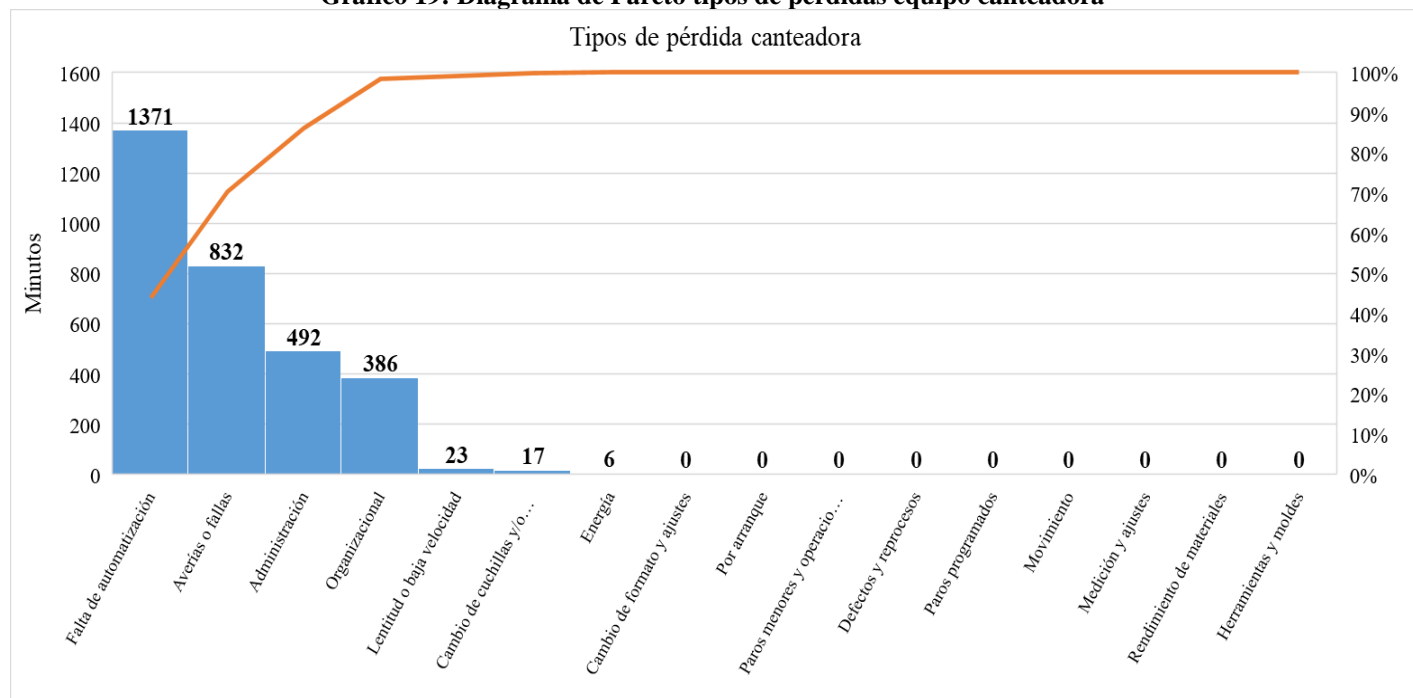
- **Pérdidas por administración.** Las pérdidas que se generaron fueron por la falta de materia prima debido a que el banco y/o el descortezador no tenían troncos para procesar y, por ende, no hay lampazos para que el banco triple hubiese trabajado. Esto se le suma que el problema con la rotura del eje del banco aserradero provocó que las demás máquinas no desempeñaran funciones. Por esta razón, los minutos sin materia prima del triple ascienden a 882 minutos. El otro motivo de detención administrativa corresponde a la reunión de 19 minutos del supervisor de planta con los trabajadores. Es relevante destacar que, considerando estos dos tipos de pérdidas descritas, ya van acumulados el 75% de las detenciones usando el tiempo en minutos como unidad de medida.
- **Pérdidas organizacionales.** Corresponde a las labores de limpieza que, por un total de 327 minutos, los trabajadores han seguido la política de la empresa para dejar ordenado y sin aserrín, la máquina y el entorno del espacio de trabajo.
- **Pérdidas por cambio de cuchillas y/o partes.** Hace referencia a los cambios de medida general de la planta y, por lo tanto, el triple estuvo sin trabajar con un total de 100 minutos. Además, por 16 minutos se realizó un cambio de huincha del motor que hace girar el sistema de volantes.
- **Pérdida por averías o fallas.** Las fallas que ocurrían al equipo eran que, trozos de madera se elevaban por encima de la huincha de acero y se atoraban en la estructura donde van los volantes e impedían que el producto en proceso continuara avanzando por la línea productiva. La otra falla corresponde a los cortes de huincha debido a que el material cedía ante los esfuerzos sometidos en ese momento de trabajo.
- **Pérdidas por medición y ajustes.** Como todas las otras máquinas que ejecutan alguna actividad de corte dentro de la planta, el banco triple tenía que realizar detenciones en sus funciones por motivos de medidas y ajustes. Es así, que por 39

minutos la máquina estuvo parada por razones de descalibración de los volantes y producía que las dimensiones de los trozos de madera no eran los que se debían obtener. También por 3 minutos, la máquina no trabajó pues el operario se encontraba reacomodando la huincha cortante y claro, no puede hacer esta actividad con la máquina funcionando sino el accidente es de alto riesgo.

- **Pérdidas por paros menores y operaciones en vacío.** Corresponden a cuatro detenciones por un total de 6 minutos en donde el operador de la máquina se preocupa de quitar el aserrín acumulado en los volantes para que estos puedan trabajar adecuadamente.
- **Pérdidas por energía.** El día 22 de febrero de 2019 hubo un corte general de electricidad en la planta afectando a todas las máquinas. El banco triple estuvo 5 minutos sin funcionar.

La penúltima máquina a describir usando el diagrama de Pareto tras la clasificación de los tipos de desperdicios es la canteadora, equipo que trabaja bastante parejo y que, por un problema ocasional, sus porcentajes de eficiencia diarios y globales, han sido perjudicados.

Gráfico 19: Diagrama de Pareto tipos de pérdidas equipo canteadora



Fuente: Elaboración propia

- **Pérdidas por falta de automatización.** Corresponde a clasificar aquí problemas externos porque si existiera una mayor integración conjunta de los procesos, aunque ya estén conectados en línea continua, se presentan carencias debido a que las máquinas del aserradero son semiautomáticas y requieren de participación y de hasta manipulación del producto en proceso por parte de los operarios para que las labores se lleven a cabo.

Llama enormemente la atención que la canteadora supere por más de 400 minutos a la segunda máquina con mayor tiempo en este tipo de pérdida, pero se debe a que la canteadora es la última máquina de la línea principal de aserrío, por lo tanto, absorbe muchos de los tiempos de las detenciones de las otras máquinas y es la última en retomar sus funciones luego de paralizaciones generales.

- **Pérdidas por averías o fallas.** Es relevante prestar atención a este punto porque aquí se clasifican los problemas del contacto quemado del panel de control de la máquina y que solo, tomó 10 horas y 2 minutos para que el equipo volviera a funcionar. Luego se tiene por 115 minutos la vez que el motor dejó de cumplir sus funciones ya que se había soltado un cable eléctrico en el interior. Posteriormente se cortó otro cable también en el motor ya que generaban contacto con otro, lo que conllevó a la falla. También existió un problema de carácter eléctrico con los rodillos internos que hacen girar las sierras circulares y, por último, la reparación por 20 minutos de la mesa de recepción posterior a la canteadora.

Con apenas considerados estos dos tipos de pérdidas, se llega al 70% del tiempo acumulado que representa las detenciones de la máquina.

- **Pérdidas por administración.** Como en la mayoría de las otras máquinas, la falta de materia prima se clasifica en este tipo de pérdida pues ya se ha mencionado que el problema se genera en parte porque desde administración se debes estar atento en todo momento a las actividades del aserradero, aunque también es importante mencionar que no existe en la gran mayoría de las veces, un compromiso y sentimiento de ser parte de un equipo de trabajo y, por lo tanto, cuando las primeras máquinas están sin troncos, no avisan oportunamente al supervisor. La otra detención

es la reunión de 19 minutos que sostuvo el supervisor con los trabajadores de la planta.

- **Pérdidas organizacionales.** Corresponde a las labores de limpieza que, por un total de 386 minutos, los trabajadores han seguido la política de la empresa para dejar ordenado y sin aserrín, la máquina y el entorno del espacio de trabajo.
- **Pérdidas por lentitud o baja velocidad.** Aquí se clasificó el problema de acumulación del producto en proceso antes de la canteadora ya que se le juntó mucho material desde el triple porque la canteadora y su proceso semiautomático, funcionan más lento de lo normal.
- **Pérdidas por cambio de cuchillas y/o partes.** Hace referencia a la ocasión en que se cambiaron las correas de goma que unen el motor y los rodillos internos y a través de estos, se produce la transmisión de la fuerza para que estos giren.
- **Pérdidas por energía.** El día 22 de febrero de 2019 hubo un corte general de electricidad en la planta afectando a todas las máquinas. La canteadora estuvo 6 minutos sin funcionar.

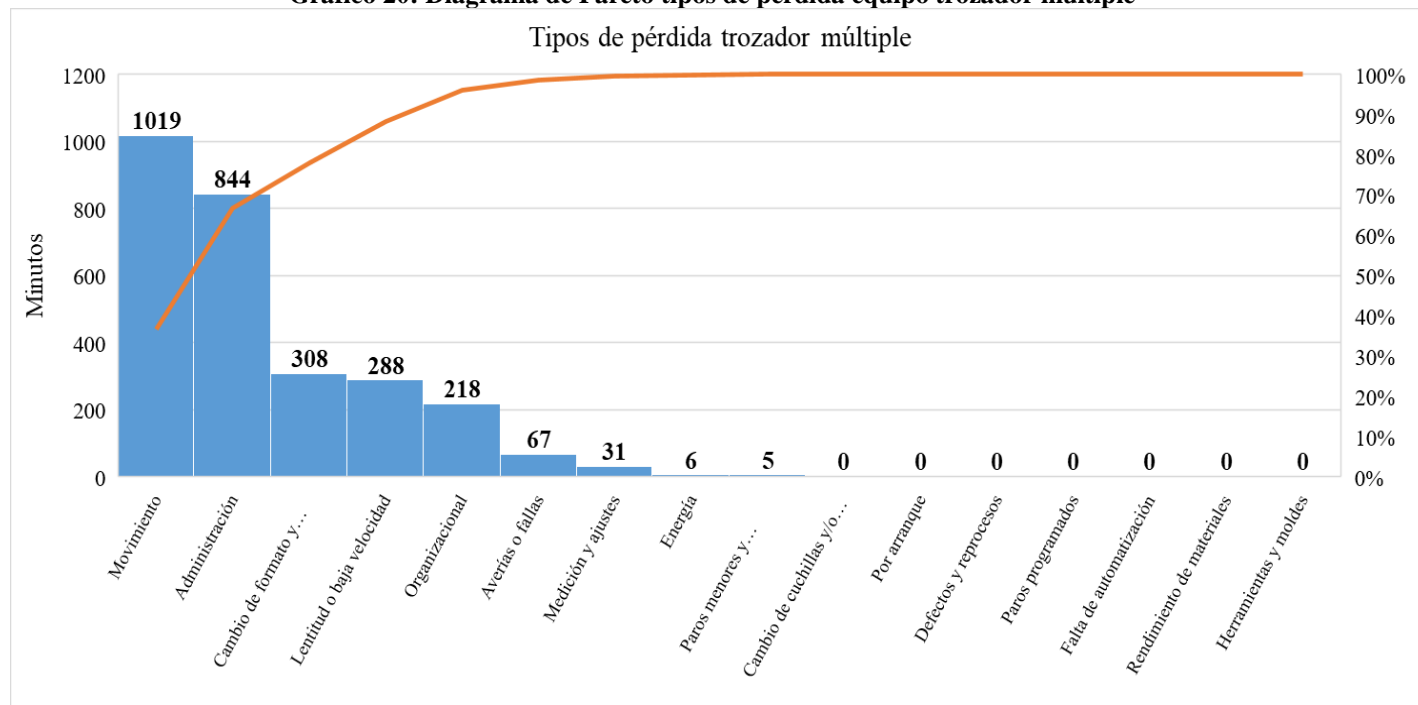
Por último, la máquina a describir mediante el uso del diagrama de Pareto y la clasificación de los desperdicios que se producen en una empresa es el trozador múltiple.

- **Pérdidas por movimiento.** Representa el 40% de las detenciones según el tiempo total en que la máquina estuvo sin trabajar. Debido al diseño de la máquina y de la infraestructura actual que posee este puesto de trabajo, cuenta con dos operarios para ir ordenando las tablas e ir apilando las mismas en nuevos paquetes, pero con tablas ahora trozadas en dimensiones menores. Es por esta razón, que el operador de la máquina debe detenerla para dar tiempo a los dos trabajadores receptores para que embalen los paquetes. Importante mencionar que esta actividad es obligatoria para las funciones que debe desempeñar el trozador, pero se podrían establecer tiempos de embalaje estándar para tener objetivos a cumplir.

Otra detención por movimiento se produce cuando la grúa horquilla debe acercarse a los paquetes con las tablas de mayor largo porque deja de dos paquetes a la vez, entonces cuando se acaba el primero, debe acercarse para aproximar el segundo

paquete para que sea procesado. Y la tercera detención hace referencia cuando también la grúa horquilla debe quitar el *bin* de desechos de trozos de madera que no alcanzan para obviamente obtener una tabla y que caen en una cinta transportadora. Este *bin* con desechos se lleva hasta la zona de la astilladora para producir viruta.

Gráfico 20: Diagrama de Pareto tipos de pérdida equipo trozador múltiple



Fuente: Elaboración propia

- Pérdidas por administración.** Segundo tipo de pérdida y ya se alcanza el 70% de los tiempos en detenciones de la máquina. Las pérdidas por administración se producen porque existió ocasiones en que el trozador múltiple no tenía materia prima para trabajar. El problema con mayor tiempo de ocurrencia fue porque la máquina estaba sin uso (631 minutos) porque desde administración se determinaba que los tres trabajadores debían prestar apoyo en otras actividades de la planta, no implicando entonces que el equipo no se utilizaba por tiempos ociosos. La última detención clasificada corresponde a la reunión administrativa de 19 minutos.
- Pérdidas por cambio de formato y ajustes.** Correspondía exclusivamente a los cambios de medida para elaborar tablas trozadas según la orden de producción. Esta actividad era separar o juntar la distancia entre las sierras circulares dispuestas en paralelo.

- **Pérdidas por lentitud y baja velocidad.** En ocasiones durante la actividad normal de la máquina, se generaban acumulación de tablas en la cinta de transporte final, donde dos trabajadores esperaban por el producto final para apilar y finalmente, embalar en paquetes. Entonces la máquina podía estar encendida, pero sin madera para trozar cuando la acumulación era menor, aunque algunas veces debieron detener el equipo porque se habían juntado muchas tablas.
- **Pérdidas organizacionales.** Aquí se clasifica las labores de limpieza porque es política de la empresa mantener libre de aserrín y desechos, los puestos de trabajo y componentes de la máquina. El total de la actividad asciende a 218 minutos.
- **Pérdidas por averías o fallas.** Corresponde clasificar tres tipos de problemas que se presentaron durante las tres semanas del estudio de tiempos de detenciones de las máquinas del aserradero. Las tres problemáticas son ajustes en la máquina por un total de 38 minutos, corte de la cadena de transporte interna que mueve las tablas largas en dirección a las sierras circulares para trozar la madera y el problema con la cinta de transporte de goma que mueve los pedazos de madera restantes considerados como desechos del proceso, pero que terminan yendo a la astilladora para producir viruta. Los problemas acumulados aquí y con unidad de medida el tiempo, suman más del 95% de las detenciones totales.
- **Pérdidas por medición y ajustes.** Hace referencia a los dos hechos de descalibración de las medidas de corte. En otras palabras, las sierras circulares no estaban en la correcta dimensión de separación, entonces se estaban elaborando tablas en una medida incorrecta.
- **Pérdidas por energía.** El día 22 de febrero de 2019 hubo un corte general de electricidad en la planta afectando a todas las máquinas. La trozador múltiple estuvo 6 minutos sin funcionar.
- **Pérdidas por paros menores y operaciones en vacío.** Corresponde a una detención para echar engrasar la máquina en las zonas críticas donde existe más fricción entre los metales de la estructura del trozador múltiple.

4.3 Método Delphi

El día 4 de diciembre se hizo una reunión con el personal del taller de mantenimiento y todo aquel competente para ayudar a definir los problemas por máquina según la información recopilada en las secciones 3.3 Análisis de la problemática y 4.2 Clasificación de los desperdicios 16 tipos. El acta de la reunión se encuentra presente y se puede visualizar en el Anexo 13.

La idea es precisar de al menos una problemática por equipo del aserradero para luego, usar 5W1H e identificar todas las partes de esta herramienta y mostrar en una tabla, los elementos que involucran el origen y ocurrencia de los inconvenientes que generan detenciones. Este conjunto de problemas debe tener coherencia en que sí se seleccionan para buscar su posterior solución, el global permita mejorar la eficiencia general de la planta, produciendo efectos directos e indirectos en el resto de las máquinas sí se solucionan los problemas puntuales de las mismas que traerán resultados en el corto plazo. Luego de concretarse la reunión, se ha estimado y llegado a acuerdo en lo siguiente:

- **Astillador.** La detención a la cual se le debe prestar atención para considerar en el diseño del plan de implementación es el cambio de cuchillos que, durante el estudio tomo un total de 194 minutos con un promedio de 16,17 minutos por vez. Se descartaron los problemas llamativos en tiempo como, por ejemplo, la falta de materia prima con 162 minutos porque el origen de ese problema con respecto al astillador, es que los otros procesos dejan de producir desechos que son transportados por la canoa para elaborar viruta, entonces no depende directamente de la responsabilidad de la máquina o su operador.
- **Descortezador.** En todas las máquinas la falta de materia prima es una detención que ha sido responsable de paralizaciones de las funciones de los equipos del aserradero y se ha determinado que en esta máquina ese problema se puede abarcar ya que el descortezador es el primer proceso en que se empieza a trabajar con los troncos. Como ya se ha mencionado en otras secciones, el aserrío de madera puede continuar ya que se depositan los troncos directamente en el banco aserradero sin descortezar, pero idealmente se deben considerar todos los procesos y asegurar que cada uno de ellos

se lleven a cabo sino no justificarían su operación. Por lo tanto, se debe ahondar más en este tipo de detención para considerarlo en el diseño del plan de implementación.

La otra detención que sí afecta y es originada directamente por partes internas del descortezador, fueron las detenciones por desperfectos en los rodamientos internos que hacen girar el sistema para descortezar. Puntualmente se quiere hacer referencia y se ha llegado a acuerdo en la reunión sobre la relevancia de tener los repuestos con mayor tasa de falla, para disponer de aquellos de forma inmediata y así evitar que la máquina esté detenida más de la cuenta. Las detenciones que afectaron al equipo donde el motivo tenía que ver con los rodamientos internos fue de 127 minutos. Se descartan los otros problemas importantes en tiempo porque son políticas de la empresa, aunque si es bueno definir estándares aprovechando la herramienta 5S o también, los cambios de medida no los debe hacer el descortezador, pero sí tiene que parar porque el banco y la múltiple deben realizar estos ajustes.

- **Banco aserradero.** La rotura del eje del volante horizontal fue un problema que pasó justamente para el período de estudio y quizás vuelva a ocurrir nuevamente en un largo tiempo, entonces no se puede predecir cuándo volverá a suceder para tomar los cuidados pertinentes, pero es una clara muestra de que hay partes de las máquinas de las cuales necesitan de atención porque si fallan, afectan enormemente a la producción mensual y, por ende, idealmente mantener la pieza en bodega para su cambio inmediato. Aquí cobra un punto a favor la reunión porque se conoce por primera vez tras declaración del personal del taller de mantención que hay partes de las máquinas aún sin abrir, sin explorar, entonces hasta el día de hoy se desconoce de problemas que eventualmente en el futuro podrían traer grandes detenciones lo que se traduciría en pérdidas productivas. Se recalca que sólo este problema involucró casi 6 horas, pero ya hoy en día se colocó un soporte para evitar que el eje este bajo mejor esfuerzo de trabajo.

El otro problema a considerar dentro de los inconvenientes de la máquina son los cambios de huincha y los cambios de medida, actividades que se deben ejecutar casi por obligación, entonces se deberían establecer estándares dentro del diseño del

plan de implementación para que los operadores de las máquinas que deban hacer estas tareas, no tarden más de lo sugerido y traten de alcanzar objetivos que vayan reduciendo los tiempos para hacer las actividades.

Se descarta problemas externos porque como se ha mencionado durante el desarrollo de este informe, solucionando los problemas puntuales de cada máquina, estas no influenciarán o no serán causa origen de la detención del resto de los equipos del aserradero. También, la falta de materia prima se acordó que se iba a comprender para el descortezador ya que era la primera máquina en trabajar con la madera.

- **Múltiple 7 volantes.** Como corresponde a una maquinaria que normalmente no tiene grandes problemas reflejados en pérdidas de tiempo en detenciones, se estableció que es relevante prestar atención en los cambios de huincha y cambios de medida pues es entre el banco y el múltiple, son las máquinas en donde se hacen los ajustes mencionados para satisfacer los diversos requerimientos en dimensiones de tablas para el cliente. En total, ambos cambios han tomado 374 minutos en tres semanas. La idea que se presenta es regular y estandarizar planificadamente los ajustes citados para que se siga un reglamento o pautas para asegurar uno, que el trabajo esté bien hecho y dos, se respeten los límites de tiempo destinados para los cambios.

El otro inconveniente a puntualizar con el múltiple 7 volantes son las detenciones producidas por lampazos atorados en los volantes a medida que el producto en proceso pasa a través de la máquina. Esto tendría solución si los sujetadores en forma de rueda hechos con una cobertura de goma, estuvieran en óptimas condiciones y no gastados como se observaron en el período de tres semanas y al comienzo de desarrollo del presente proyecto de mejoramiento.

- **Triple o actual doble.** Sí se hubiese pensado en el banco triple, el inconveniente a abordar hubiese sido los cambios de huinchas, pero al tener una nueva máquina presente en el proceso y que cumple una función similar, este problema igualmente puede ser considerado ahora para el doble porque también se deben hacer tareas para cambiar huinchas cada vez que se gastan o cuando ceden y se cortan, aunque la ocurrencia es menor que el equipo antiguo. La particularidad de esta nueva máquina

es que utiliza una huincha más ancha y por lo tanto tiene más resistencia ante los cortes. Los lampazos no se atorán tantas veces como en el triple porque ahora los volantes están más cerca entre sí, entonces no da el espacio ni la instancia para que un trozo de madera se alce y atasque en el sistema que gira a altas revoluciones. Se escatima en considerar problemas externos, aunque haya sido el problema que más detuvo las funciones de la máquina porque no dependen netamente del triple o actual doble y la falta de materia prima porque es un problema que se verá en el descortezador. La limpieza es una política de la organización, entonces se realizarán los ajustes para estandarizar las actividades acordes a 5S.

- **Canteadora.** Es una máquina que al igual que el múltiple 7 volantes, trabaja bastante parejo y de forma continuada. Los mayores problemas en minutos que hicieron detener a la canteadora fueron por inconvenientes de las otras máquinas, por lo tanto, este equipo se vio forzado a cesar sus funciones también. Entonces la problemática que queda de manifiesto observar fue la detención de un poco más de 6 horas que produjo cuando se quemó un contactor del panel de control (Ilustración 19). Nuevamente es importante mencionar que fue un problema que no se podía conocer cuando iba a ocurrir, pero sí se debieron tomar los resguardos necesarios partiendo por la limpieza con aire comprimido por completo en toda la máquina, labor que debe hacer el operador de la canteadora y llegar hasta el eléctrico que, en conjunto con el personal del taller de mantención, podrían revisar las máquinas de vez en cuando. Esta actividad la realizan, pero debe hacerse con mayor recurrencia y es aquí donde también se comparten responsabilidades con el personal administrativo de la organización pues deben estar atentos a que el personal técnico lleve a cabo las mantenciones periódicas y la administración debe prestar apoyo para realizar controles y asegurar que los trabajos estén bien hechos.

Una razón que puede explicar por qué se demoró mucho en reparar este problema fue porque coincidentemente el único eléctrico presente para todo el *holding*, o sea para Madeex Pallets Chile S.A. e Industrial Madeex S.A., estaba de vacaciones y se tuvo que incurrir a un eléctrico externo que demoró en llegar a las instalaciones de la planta. Pero esto deja en claro que un eléctrico a veces es

insuficiente para cubrir dos empresas que más encima están cercanas, pero no contiguas. También llama la atención que el taller del eléctrico esté donde se hacen los *pallets* siendo que, en el aserradero hay mucho más componentes y urgencias que atender.

- **Trozador múltiple.** Para atender en primer lugar la detención más llamativa presente en el Gráfico 13: Detenciones trozador múltiple, se estima que es necesario establecer un tiempo promedio estándar para que los dos trabajadores encargados de embalar los paquetes con tablas trozadas, no tarden más de lo establecido. Sí hacemos un promedio simple de los 961 minutos en 93 veces que la máquina se detuvo para cumplir con embalar, tarea que es necesaria, da un tiempo de algo más que 10 minutos que es lo que normalmente dura el proceso, pero en la base de datos del estudio hubo veces que estas detenciones tardaban más de 20 minutos, entonces es importante planificar y comunicar oportunamente para que los operadores no ocupen mucho tiempo, a veces el doble y hasta el triple en una labor que relativamente es sencilla.

Por problemas netamente producidos en la máquina, el inconveniente a abordar fue el corte de la cadena de transporte, lo que implica la falta de mantenimiento y falta de actividades de prevención como limpiar de aserrín el espacio por donde circula la cadena con aire comprimido y/o utilizar algún tipo de lubricación para disminuir la fuerza de roce que se produce entre la estructura metálica de la máquina y la misma cadena. Mencionar que el problema se originó ya que una unión de la cadena cedió ante los esfuerzos de tensión a los cuales es sometida.

4.4 5W1H

La herramienta de gestión 5W1H se utilizará para describir la o las problemáticas cruciales por equipo, máquinas que actualmente desempeñan funciones en el aserradero de Industrial Madeex S.A. El fundamento de esta sección se ha desarrollado en el análisis de la problemática y cuando se clasificaron los problemas según los 16 tipos de desperdicios que generan pérdidas para las empresas, en donde también se puede encontrar más información que da contexto a la aplicación de la herramienta a continuación. De forma adicional, se

utiliza previamente el método Delphi para poder establecer de una forma más adecuada y en conjunto con el personal de mantenimiento, las problemáticas importantes por máquina y así también, formar y proyectar las posibles vías de solución pensando siempre en la temática de mantenimiento.

A la primera máquina a la cual se aplica la herramienta de 5W1H es al astillador. Se ha determinado que se puede buscar una solución para el cambio de cuchillos del sistema giratorio de la máquina, del cual se pretende que los tiempos de cambios se estandaricen para que el operario no demore más de lo presupuestado o que también, tenga como objetivo tardar menos que lo calculado, pero cumpliendo con el cambio de las partes de forma adecuada.

Tabla 4: 5W1H astillador

| Datos Generales | | | | | |
|-------------------------------|--|------|------------|---|------------|
| Fecha | 6/12/19 | Área | Producción | Máquina | Astillador |
| Participantes | | | | | |
| Operador | Marcelo Valdés | | | | |
| Jefe de planta | Juan Rojas Jaque | | | | |
| Descripción del Fenómeno 5W1H | | | | | |
| ¿Qué problema es? | Tiempo adicional para cambiar las cuchillas del sistema astillador | | | Definición del problema Corresponde a una actividad que debe ejecutarse de forma obligatoria, pero el problema está cuando la labor demora más de lo necesario para cambiar las cuchillas debido al desgaste. Entonces es relevante establecer un parámetro estándar para que la actividad se lleve a cabo en un tiempo prudente. | |
| ¿Dónde ocurrió? | Astillador | | | | |
| ¿A quién le ocurrió? | Marcelo Valdés | | | | |
| ¿Cuándo ocurrió? | 14-02-2019, Inicio del turno tarde | | | | |
| ¿Cuál es la tendencia? | Tiempo de detención promedio es de 16,17 minutos con un máximo de 23 minutos | | | | |
| ¿Cuán grande es? | Durante las tres semanas, se dejó de astillar 194 minutos, donde se considera por parte del operador que un cambio tarda 15 minutos, entonces la diferencia en pérdida se traduce en 14 minutos. Aproximadamente 1 cambio demás no concretado. | | | | |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

La segunda máquina es el descortezador con los problemas de la falta de materia prima y el problema con el sistema de rodamientos internos que quita la corteza a cada tronco. Se considera aquí la falta de materia prima porque esta maquinaria es la primera en trabajar con

los troncos recibidos desde el patio de almacenamiento por parte de un cargador frontal. Entonces es adecuado y lógico abordar la problemática desde su origen porque, aunque también puede suceder que las demás máquinas se queden sin materia prima para trabajar, la razón se debe a que la máquina anterior se ha detenido por el mencionado problema. Entonces se ha establecido desarrollar la problemática de falta de materia prima para esta máquina.

Tabla 5: 5W1H descortezador

| Datos Generales | | | | | |
|-------------------------------|---|------|------------|--|---------------|
| Fecha | 6/12/19 | Área | Producción | Máquina | Descortezador |
| Participantes | | | | | |
| Operador | Miguel Vásquez | | | | |
| Jefe de planta | Juan Rojas Jaque | | | | |
| Descripción del Fenómeno 5W1H | | | | | |
| ¿Qué problema es? | Falta de materia prima. El descortezador se encuentra desabastecido desde el patio de almacenamiento de troncos. El cargador frontal no ha venido a dejar más madera o la máquina presenta una falla por arreglar. | | | Definición del problema El problema puede tener varios orígenes para que el descortezador se quede sin materia prima para trabajar. Puede ser que el cargador frontal se tarde en venir a dejar los troncos o que la máquina internamente haya presentado una falla. | |
| ¿Dónde ocurrió? | Patio almacenamiento-Descortezador | | | | |
| ¿A quién le ocurrió? | Miguel Vásquez – Héctor Sáez | | | | |
| ¿Cuándo ocurrió? | 19-02-2019, 9:40 horas | | | | |
| ¿Cuál es la tendencia? | Tiempo de detención promedio es de 12,06 minutos con un máximo de 32 minutos. Tiempo total de 193 minutos. | | | | |
| ¿Cuán grandes es? | Las demás máquinas se quedan sin materia prima también por reacción en cadena. El astillador se queda sin materia prima en promedio por 40,5 minutos. El banco en promedio por 26,69 minutos debido a la falta de materia prima. El múltiple en promedio se detuvo por 19,136 minutos, el triple tuvo un promedio de 16,34 minutos y la canteadora por 8,017 minutos. | | | | |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

El segundo problema a describir en el descortezador es fallas en el sistema interno de rodillos, el cual hace girar el sistema mecánico que quita la corteza de los troncos. El inconveniente se describe mejor en la siguiente tabla.

Tabla 6: 5W1H número dos descortezador

| Datos Generales | | | | | |
|-------------------------------|--|------|------------|---|---------------|
| Fecha | 6/12/19 | Área | Producción | Máquina | Descortezador |
| Participantes | | | | | |
| Operador | Miguel Vásquez | | | | |
| Jefe de planta | Juan Rojas Jaque | | | | |
| Descripción del Fenómeno 5W1H | | | | | |
| ¿Qué problemas? | Falla en los rodamientos internos del sistema que descorteza a los troncos | | | Definición del problema El descortezador es una máquina antigua de origen español que posee problemas que recurrentemente suceden. Uno de estos son los inconvenientes con el sistema de rodamientos internos que hace mover el sistema descortezador debido al escaso mantenimiento y recambio oportuno de estas partes. | |
| ¿Dónde ocurrió? | Descortezador | | | | |
| ¿A quién le ocurrió? | Miguel Vásquez | | | | |
| ¿Cuándo ocurrió? | Ma.12 y Sá.23-02-2019 | | | | |
| ¿Cuál es la tendencia? | Detención por cambio de rodamientos y por corte de la cadena de los rodillos del sistema descortezador por tiempos de 77 y 50 minutos respectivamente. El cambio fue solo una vez y hubo dos cortes de cadena. | | | | |
| ¿Cuán grandes? | Por un total de 127 minutos los troncos se estuvieron procesando sin descortezar, en donde el cargador frontal depositaba directamente los troncos en la cadena de transporte del banco aserradero. | | | | |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

La tercera máquina a describir con la herramienta de 5W1H es el banco aserradero que a través del método Delphi, se ha determinado que las problemáticas a abordar son la rotura del eje del volante horizontal y los cambios de medida con los cambios de huincha de acero. Estos cambios afectan a los dos tipos de volantes del banco aserradero, al de orientación vertical que posee dos huinchas y que les dan el ancho posterior a las tablas y el volante

horizontal que tiene una solo huincha. Es relevante mencionar que para esta sección de 5W1H se ha considerado sumar los cambios de huincha con el tiempo de los cortes de huincha porque igualmente después de un corte, la huincha se debe cambiar por otra funcional para que el banco aserradero continúe trabajando.

Tabla 7: 5W1H banco aserradero

| Datos Generales | | | | | | | |
|-------------------------------|--|------|-------------------|---|--|-------|--|
| Fecha | 6/12/19 | Área | Producción | Máquina | | Banco | |
| Participantes | | | | | | | |
| Operador | Felipe Peñaloza | | | | | | |
| Jefe de planta | Juan Rojas Jaque | | | | | | |
| Descripción del Fenómeno 5W1H | | | | | | | |
| ¿Qué problema es? | Rotura del eje transversal de uno de los volantes que hacen girar el sistema que hace el corte horizontal al producto en proceso | | | Definición del problema Problema de carácter grave porque deja en evidencia las claras faltas de atención por el mantenimiento de las partes de las máquinas del aserradero. Puntualmente para este inconveniente, el eje se ha partido por la mitad debido a las desatenciones de no cambiarlo o revisarlo tiempo antes. | | | |
| ¿Dónde ocurrió? | Banco aserradero, volante horizontal | | | | | | |
| ¿A quién le ocurrió? | Felipe Peñaloza | | | | | | |
| ¿Cuándo ocurrió? | 15-02-2019, Inicio del turno tarde | | | | | | |
| ¿Cuál es la tendencia? | Problema que no es recurrente entonces no se puede determinar una tendencia de comportamiento del hecho. | | | | | | |
| ¿Cuán grandes? | La detención tomó un total de 356 minutos, produciendo pérdidas en la producción porque el aserradero casi por completo dejó de funcionar. La máquina estuvo detenida toda la tarde del viernes 15 de febrero hasta las 9:37 del día sábado. | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

La razón de porque no se ha revisado antes el eje para visualizar que se acercaba un problema grave es porque existen secciones de las máquinas que nunca se han abierto y, por lo tanto, se desconocen. Entonces sucede que, ya ocurrido el problema, el procedimiento para arreglar y resolver la detención se determina en el momento según lo observado por el

personal de mantenimiento. Ellos revisan en el momento las actividades a ejecutar para resolver el problema y muchas veces no saben el tiempo en que tardarán porque puede pasar que surgen nuevas dificultades al explorar una sección de la máquina antes ignorada.

Ahora para el segundo problema detectado, es relevante mencionar que debido a la experiencia de años ya trabajados, si uno realiza la consulta de cuanto en promedio podría tardar un cambio de huincha, tanto como los mismos operarios, el supervisor y el administrador, saben el tiempo que más o menos demora la tarea, pero no existe la instrucción o la orden establecida para definir los tiempos para los cambios de huincha, entonces se produce que si el operario tarda más, demora el proceso de reanudación para seguir con sus labores.

Tabla 8: 5W1H número dos banco aserradero

| Datos Generales | | | | | |
|-------------------------------|---|------|------------|---|-------|
| Fecha | 6/12/19 | Área | Producción | Máquina | Banco |
| Participantes | | | | | |
| Operador | Felipe Peñaloza | | | | |
| Jefe de planta | Juan Rojas Jaque | | | | |
| Descripción del Fenómeno 5W1H | | | | | |
| ¿Qué problema es? | Tiempos para destinar a cambio de huinchas y cambio de medida | | | Definición del problema Los cambios de huincha y cambios de medida de esta máquina son totalmente necesarios pues son acciones del proceso que se le confiere a esta máquina, pero el inconveniente se origina cuando se tarda más de lo necesario para realizar dichas tareas obligatorias porque deberían ajustarse a lo estrictamente necesario. | |
| ¿Dónde ocurrió? | Volantes del banco aserradero | | | | |
| ¿A quién le ocurrió? | Felipe Peñaloza | | | | |
| ¿Cuándo ocurrió? | 06-02-2019, 9:00 horas | | | | |
| ¿Cuál es la tendencia? | Tiempo de detención promedio para los cambios de medida es de 23,3 minutos con un máximo de 49 minutos y para los cambios de huinchas el promedio por detención es de 11,091 minutos con un máximo de 21 minutos. | | | | |
| ¿Cuán grande es? | Durante las tres semanas del estudio, el banco aserradero tuvo que cambiar de medida 9 veces y cambiar de huinchas un total de 22 veces y entre ambos el tiempo total fue de 396 minutos. | | | | |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

Para el desarrollo del primer 5W1H del problema identificado de los tiempos superiores al promedio que tarda en llevar a cabo la labor de cambiar huinchas para los volantes del múltiple, sucede lo mismo que con las otras máquinas que requieran de cambios pues como realizan cortes en la madera, las huinchas de acero deben cambiarse por desgaste o rotura de las mismas por sobreexigencia. Entonces se puede conocer el tiempo promedio de cada cambio a través de la experiencia, pero existen ocasiones en que la actividad dura más de lo normal porque los operarios no procuran volver rápido a trabajar al no recibir instrucciones o también, incentivos para mayores compromisos con la producción.

Tabla 9: 5W1H múltiple 7 volantes

| Datos Generales | | | | | |
|-------------------------------|--|------|-------------------|--|-----------------|
| Fecha | 7/12/19 | Área | Producción | Máquina | Múltiple |
| Participantes | | | | | |
| Operador | José Manuel Aravena | | | | |
| Jefe de planta | Juan Rojas Jaque | | | | |
| Descripción del Fenómeno 5W1H | | | | | |
| ¿Qué problema es? | Tiempos para destinar a cambio de medida y cambio de huincha | | | Definición del problema Al igual que con los cambios de huincha y medida que se requieren para el banco aserradero, el múltiple también debe realizar estas actividades porque son necesarias. Entonces se hace ineludible buscar un consenso entre lo obligatorio y lo efectivo para tener tiempos como meta para hacer estas labores que algunas ocasiones tardan más de lo requerido. | |
| ¿Dónde ocurrió? | Múltiple 7 volantes | | | | |
| ¿A quién le ocurrió? | José Manuel Aravena | | | | |
| ¿Cuándo ocurrió? | Ma.19 y Ma.12-02-2019 | | | | |
| ¿Cuál es la tendencia? | Tiempo de detención promedio para los cambios de medida es de 21,5 minutos con un máximo de 49 minutos y para los cambios de huinchas el promedio por detención es de 14,43 minutos con un máximo de 98 minutos. | | | | |
| ¿Cuán grande es? | Durante las tres semanas del estudio, el múltiple tuvo que cambiar de medida 8 veces y cambiar de huinchas un total de 14 veces y entre ambos el tiempo total fue de 374 minutos. | | | | |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

Describiendo el problema número dos de la máquina en cuestión, muestra otro síntoma tangible que manifiesta y ejemplifica que el tema del mantenimiento preventivo no es una

prioridad para la empresa porque los lampazos que se terminan levantando y atorando en la máquina obligándola a detenerse, es debido a las viejas y desgastadas ruedas de goma que no se cambian, donde incluso se observó el mismo estado de las piezas durante el desarrollo del presente documento en comparación con el periodo del estudio de tres semanas durante el mes de febrero. La razón puede estar fundamentada en que la madera posee una textura dura y áspera que va carcomiendo el caucho de las gomas poco a poco y el gasto de ir cambiando cada vez por unas ruedas en óptimas condiciones, se puede tornar en un gasto que la empresa piensa en escatimar al máximo.

Tabla 10: 5W1H número dos múltiple 7 volantes

| Datos Generales | | | | | |
|-------------------------------|---|------|-------------------|---|-----------------|
| Fecha | 7/12/19 | Área | Producción | Máquina | Múltiple |
| Participantes | | | | | |
| Operador | José Manuel Aravena | | | | |
| Jefe de planta | Juan Rojas Jaque | | | | |
| Descripción del Fenómeno 5W1H | | | | | |
| ¿Qué problema es? | Trozo de lampazo atorado en alguno de los 7 volantes. | | | Definición del problema Existen unas ruedas con borde de goma que presionan a través de su propio peso, los maderos que pasan por el múltiple para obtener los cortes que van haciendo las tablas y como estos están gastados y viejos, no cumplen con su función adecuadamente haciendo que partes de lampazos se eleven sobre las huinchas y entorpezcan el paso de la madera, donde incluso se debe detener la máquina para quitar el desecho. | |
| ¿Dónde ocurrió? | Múltiple 7 volantes | | | | |
| ¿A quién le ocurrió? | José Manuel Aravena | | | | |
| ¿Cuándo ocurrió? | 13-02-2019, 11:33 horas | | | | |
| ¿Cuál es la tendencia? | Tiempo de detención promedio de 7,56 minutos con un máximo de 20 minutos | | | | |
| ¿Cuán grande es? | La máquina estuvo un total de 136 minutos por motivos de trozo de lampazo atorado en alguno de los volantes horizontales durante las tres semanas del estudio sobre las detenciones de las máquinas del aserradero. | | | | |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

Al describir el problema relevante a considerar en cuanto al banco aserradero triple y que puede aplicar de igual manera al banco doble, hace relación con lo mencionado anteriormente ya para otras máquinas. El tiempo para el cambio de huinchas ya es un tema a considerar en las máquinas del aserradero de Industrial Madeex S.A. porque si bien no generará el máximo valor en los coeficientes de eficiencia productiva, provocarán un cambio cultural en los operadores e igualmente permitirán incrementar y disponer de mayor tiempo para producir más metros cúbicos de madera dimensionada.

Tabla 11: 5W1H Banco triple

| Datos Generales | | | | | |
|-------------------------------|---|------|------------|--|--------|
| Fecha | 7/12/19 | Área | Producción | Máquina | Triple |
| Participantes | | | | | |
| Operador | Carlos Velis | | | | |
| Jefe de planta | Juan Rojas Jaque | | | | |
| Descripción del Fenómeno 5W1H | | | | | |
| ¿Qué problema es? | Tiempo para destinar a los cambios de huincha | | | Definición del problema Como es una máquina que usa huincha de acero para cortar, estas se deben cambiar debido a su desgaste o ya cuando ceden y se rompen, entonces el problema se origina cuando se toma más del tiempo necesario para cambiar las huinchas, produciendo que se acumule material en la cadena de transporte anterior y se deje de producir. | |
| ¿Dónde ocurrió? | Banco triple | | | | |
| ¿A quién le ocurrió? | Carlos Velis | | | | |
| ¿Cuándo ocurrió? | 08-02-2019, 12:00 horas | | | | |
| ¿Cuál es la tendencia? | Tiempo de detención promedio de 11,23 minutos con un máximo de 20 minutos | | | | |
| ¿Cuán grande es? | La máquina estuvo un total de 146 minutos por motivos de cambios de huincha de acero durante las tres semanas del estudio sobre las detenciones de las máquinas del aserradero. | | | | |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

Para el análisis de la canteadora, máquina encargada de quitar los lados irregulares a cada tabla proveniente de los lampazos que pasan por el antiguo triple y al día de hoy por el banco doble, es un equipo que trabaja bastante constante y habitualmente no presenta grandes detenciones que obliguen a detener al resto del aserradero, pero el problema que se describirá

a continuación a través de la herramienta 5W1H tiene principio el no realizar mantenimiento o al no tomar los resguardos necesarios para evitar que se presenten fallas catastróficas que incidan en el cese total de las actividades productivas.

Para el problema que se menciona en la tabla a continuación, la explicación sobre la ocurrencia del hecho es debido a que no se realizaron labores de limpieza periódicas de forma paulatina, denotando un dejo de interés del operario por los cuidados de su propia máquina y también por parte del eléctrico de la empresa al no hacer hincapié de forma enérgica sobre las atenciones mínimas de los diferentes circuitos. La salvedad a mencionar de las faltas de empoderamiento por los cuidados hacia la máquina no proviene de solo un operario pues ante la ausencia del titular o ajustes de reposicionamiento por falta de personal, hay varias personas capaces de usar la canteadora, por lo tanto, la responsabilidad es compartida incluso con los altos cargos de la empresa.

Tabla 12: 5W1H canteadora

| Datos Generales | | | | | |
|-------------------------------|---|------|-------------------|---|-------------------|
| Fecha | 7/12/19 | Área | Producción | Máquina | Canteadora |
| Participantes | | | | | |
| Operador | Juan Tillería | | | | |
| Jefe de planta | Juan Rojas Jaque | | | | |
| Descripción del Fenómeno 5W1H | | | | | |
| ¿Qué problema es? | Falla en un contactor eléctrico del panel de control | | | Definición del problema Debido a la presencia de material particulado proveniente del aserrín y de la tierra levantada por la maquinaria pesada y camiones que maniobran en el lugar, el panel eléctrico se llena de desperdicios y basura, produciendo a largo plazo corte circuitos en la partes internas del panel, afectando el funcionamiento de los | |
| ¿Dónde ocurrió? | Canteadora | | | | |
| ¿A quién le ocurrió? | Juan Tillería | | | | |
| ¿Cuándo ocurrió? | 11-02-2019, 11:32 horas | | | | |
| ¿Cuál es la tendencia? | Problema que no es recurrente entonces no se puede determinar una tendencia de comportamiento del hecho. | | | | |
| ¿Cuán grande es? | La máquina estuvo detenida por más de 10 horas involucrando dos días hábiles que se dejó de producir para resolver el problema. | | | | |

| | | |
|--|--|--------------------------------------|
| | | elementos, entre ellos el contactor. |
|--|--|--------------------------------------|

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

A la última máquina que se aplica la herramienta de 5W1H es el trozador múltiple en donde se han discriminado que los problemas de los tiempos superiores al promedio para embalar los paquetes de tablas trozadas y el corte de la cadena de transporte interna, son los inconvenientes a considerar para buscar soluciones y establecer procedimientos para reducir los tiempos no productivos de la maquinaria.

Tabla 13: 5W1H trozador múltiple

| Datos Generales | | | | | |
|-------------------------------|---|------|-------------------|---|-----------------|
| Fecha | 7/12/19 | Área | Producción | Máquina | Trozador |
| Participantes | | | | | |
| Operadores | Carlos Maureira y Francisco Villalobos | | | | |
| Jefe de planta | Juan Rojas Jaque | | | | |
| Descripción del Fenómeno 5W1H | | | | | |
| ¿Qué problema es? | Tiempo para destinar a embalar paquetes de tablas trozadas | | | Definición del problema Se producen tiempos de embalaje superiores al promedio, producidos porque los operarios toman más de lo normal para ejecutar esta tarea, sabiendo y conociendo cuanto podrían tardar en realizar la labor, pero como es una actividad necesaria y conforma parte de los procedimientos para embalar los paquetes de tablas trozadas terminadas, se debe buscar y limitar tiempos estándar para definir la acción. | |
| ¿Dónde ocurrió? | Trozador múltiple | | | | |
| ¿A quién le ocurrió? | Carlos Maureira - Francisco Villalobos | | | | |
| ¿Cuándo ocurrió? | 13-02-2019, 09:30 horas | | | | |
| ¿Cuál es la tendencia? | Tiempo de detención promedio de 10,33 minutos por paquete, con un máximo de 33 minutos | | | | |
| ¿Cuán grande es? | La máquina estuvo un total de 961 minutos por motivos de embalaje de tablas trozadas durante las tres semanas del estudio sobre las detenciones de las máquinas del aserradero. El número de veces ascendió a 93 ocasiones. | | | | |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

El segundo problema relativo al trozador múltiple posee reciprocidad con el tema que se espera mejorar a través de la realización del presente proyecto, al generar instancias para que se concreten labores de mantenimiento en las máquinas del aserradero. Puntualmente para el equipo en cuestión, la rotura de una de las uniones de la cadena interna de transporte se debió a que no se contaba con un plan de revisión para verificar las condiciones normales de trabajo de la máquina, por ende, el problema iba a pasar tarde o temprano. Esto además estaba acompañado de la no lubricación de los canales por donde pasa la cadena porque con grasa o aceite y más el aserrín, se hubiera formado un residuo casi sólido que hubiese impedido una circulación mínima, entonces como no es ideal echar algún producto para facilitar el movimiento, se debía estar más atento ante las posibles fallas de la cadena.

Tabla 14: 5W1H número dos trozador múltiple

| Datos Generales | | | | | |
|-------------------------------|---|------|------------|---|----------|
| Fecha | 7/12/19 | Área | Producción | Máquina | Trozador |
| Participantes | | | | | |
| Operador | Carlos Maureira y Francisco Villalobos | | | | |
| Jefe de planta | Juan Rojas Jaque | | | | |
| Descripción del Fenómeno 5W1H | | | | | |
| ¿Qué problema es? | Corte de cadena de transporte interna de la máquina | | | Definición del problema | |
| ¿Dónde ocurrió? | Trozador múltiple | | | El operario se percata de una disminución en la velocidad de la cadena transportadora, lo que se debe a acumulación de aserrín en esta de forma recurrente. La detención tardó aproximadamente 20 minutos pasados las 11 de la mañana del día 18 de febrero para soldar la cadena cortada.. | |
| ¿A quién le ocurrió? | Carlos Maureira | | | | |
| ¿Cuándo ocurrió? | 18-02-2019, 11:06 horas | | | | |
| ¿Cuál es la tendencia? | Tiempo de detención de 18 minutos. Solo ocurrió una vez y no es recurrente para definir una tendencia | | | | |
| ¿Cuán grande es? | La máquina tuvo que detener sus funciones debido a un problema generado por la falta de mantenimiento preventivo pues no se tomaron los resguardos correspondientes | | | | |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

CAPÍTULO 5: DISEÑO DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

El siguiente capítulo muestra el diseño del plan de implementación el cual tiene como finalidad, mejorar los procesos productivos de Industrial Madeex S.A. El plan tendrá como línea base a la herramienta de lean manufacturing TPM y que, como segunda derivada tendrá como cimiento a 5S para el diseño del plan en un área piloto de la empresa.

5.1 Planteamiento de la situación actual de 5S y TPM

Con respecto a la condición inicial de ambas herramientas se elabora en primera instancia una serie de preguntas para poder cuantificar la actual situación de la empresa. La modalidad será mediante encuestas escritas para evaluar según el grado de percepción existente en el personal seleccionado para las interrogantes (se consideran los siete operarios de las máquinas del estudio, los dos trabajadores del taller de mantenimiento y el Supervisor de Operaciones del aserradero). Aunque como ya se ha mencionado que se iniciará el diseño del plan de implementación en un área piloto, la idea es conocer el punto con el que ya cuenta la empresa con respecto a 5S y TPM, por esa razón se considera al conjunto de expertos que conocen el funcionamiento de las máquinas y trabajan con ellas día tras día.

Las preguntas para conocer el punto de partida de 5S se muestran a continuación y el resumen global de la encuesta que agrupa los diez documentos en uno solo por temas de presentar la información, se encuentra en el Anexo 14. Las preguntas se dividen por categoría de las etapas de 5S y las cuales tienen una evaluación de 1-muy mal, 2-mal, 3-regular, 4-bueno y 5-muy bueno. La encuesta se realizó de manera anónima para tener unas respuestas más francas y relevantes.

- Preguntas para *Seiri*:
 - ¿Cómo es el grado de clasificación de sus herramientas, materiales y equipos de su lugar de trabajo?
 - ¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario en su puesto de trabajo?
 - ¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo?
 - ¿Califica adecuado su lugar de trabajo para desempeñar sus funciones?
 - ¿Posee las herramientas necesarias para trabajar de forma adecuada diariamente?
- Preguntas para *Seiton*:
 - Cuando usted termina de usar una herramienta, ¿La devuelve a su lugar?
 - ¿Encuentra sus herramientas cada vez que las necesita?
 - ¿Cómo califica el orden en su puesto de trabajo?

- ¿Existe un lugar designado para dejar sus herramientas y materiales de trabajo?
- ¿Normalmente se asigna unos minutos al inicio de la jornada para ordenar y revisar su puesto de trabajo?
- Preguntas para *Seiso*:
 - ¿Cómo califica la limpieza en su lugar de trabajo?
 - ¿Es adecuada la separación de residuos en su lugar de trabajo?
 - ¿Se limpia periódicamente su puesto de trabajo?
 - ¿Existe un acuerdo general administrativo para que todos tengan tiempo para limpiar diariamente?
 - ¿Cree que se realizan actividades exhaustivas con respecto a la limpieza de las áreas de trabajo?
- Preguntas para *Seiketsu*:
 - ¿Existe señalética para indicar las herramientas de trabajo?
 - ¿Existe una guía para realizar la clasificación, orden y limpieza de sus elementos y herramientas presentes en su puesto de trabajo?
 - ¿Está presente una delimitación de las áreas de trabajo y de las maquinarias del aserradero?
 - ¿Existen señaléticas que sirvan de control visual para recordar que se debe clasificar, ordenar y limpiar los puestos de trabajo?
 - ¿Está establecido un listado estándar por área de trabajo de las herramientas necesarias por puesto?
- Preguntas para *Shitsuke*:
 - ¿Se realizan auditorías para controlar las actividades de orden y limpieza en la empresa?
 - ¿Existe una programación diaria, mensual o anual de las tareas de orden y limpieza?
 - ¿La administración participa en las propias actividades de acción como en las de monitoreo?
 - ¿Existe y se ve un compromiso de la alta gerencia con el orden y la limpieza de la planta?

- ¿Puede identificar que exista un ambiente cultural de respeto por mantener todo en su lugar y que tenga una presentación limpia?

Ahora para conocer la situación actual de los pilares de TPM en la empresa Industrial Madeex S.A. es que también se ha realizado la encuesta considerando a las mismas diez personas. Las preguntas se dividen por categoría de los pilares, por lo tanto, se tiene un total de ocho criterios, los cuales tienen una evaluación de 1-muy mal, 2-mal, 3-regular, 4-bueno y 5-muy bueno. La encuesta se realizó de manera anónima para tener unas respuestas más francas y relevantes.

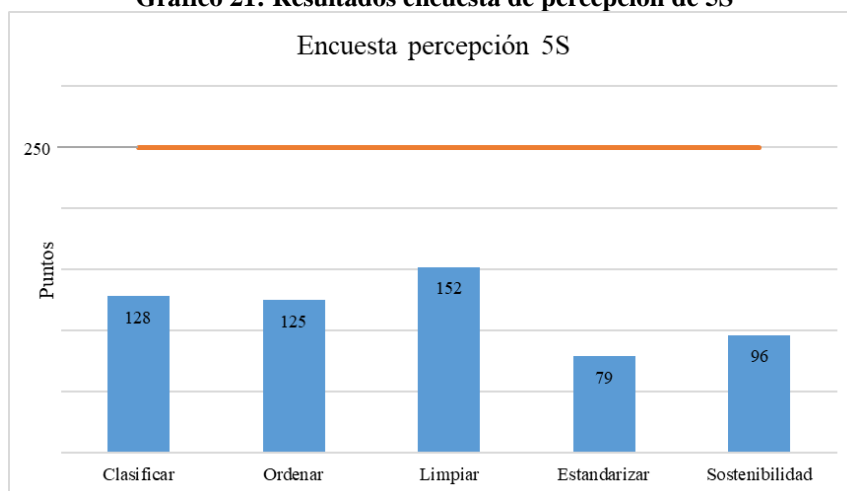
- Preguntas para mejora enfocada:
 - ¿Las áreas de producción están separadas por algún criterio?
 - ¿Se realiza un análisis de la efectividad de los procesos y de los equipos?
 - ¿Se cuenta con indicadores de producción?
 - ¿Se realizan mejoras a los procesos productivos cada cierto tiempo?
 - ¿Hay actividades enfocadas en la disminución del deterioro de las maquinarias?
- Preguntas para mantenimiento autónomo:
 - ¿Los operadores realizan mantención propia de sus equipos?
 - ¿Usted cree que existe una cultura en los trabajadores de empoderamiento con el cuidado de sus máquinas?
 - ¿Se limpia y lubrica adecuadamente los equipos de forma constante?
 - ¿Se revisan todos los equipos antes del comienzo de los turnos de trabajo?
 - ¿Existe algún programa de capacitación de lubricación y limpieza actualmente?
- Preguntas para mantenimiento de la calidad:
 - ¿Se realizan inspecciones a la calidad del producto final?
 - ¿Se revisa la calidad del producto cuando va en el transcurso del proceso?
 - ¿Conoce el porcentaje de tolerancia para la aceptación del producto final?
 - ¿Se mide constantemente las dimensiones de las tablas para asegurar que las actividades de corte se estén haciendo bien?

- ¿Existe un listado de las fallas y averías que perjudican la calidad del producto final?
- Preguntas para mantenimiento planificado:
 - ¿La empresa cuenta con indicadores que midan el nivel del mantenimiento?
 - ¿Existe algún plan de mantenimiento definido?
 - ¿Se conoce el tiempo estipulado estándar de mantenimiento para cada equipo?
 - ¿Existen registros de los mantenimientos realizados anteriormente de los equipos?
 - ¿Hay procedimientos de trabajo de mantenimiento establecidos?
- Preguntas para mantenimiento preventivo:
 - ¿Existe algún estudio que se realice cada cierto tiempo sobre el comportamiento de la efectividad de las máquinas del aserradero?
 - ¿Se concretan tareas de prevención de averías o fallas?
 - ¿Se conoce la periodicidad de la necesidad de mantención de cada máquina?
 - ¿Se mantienen en todo momento al alcance los catálogos con la información técnica de las maquinarias?
 - ¿Se mantiene un inventario de seguridad de los repuestos necesarios de cada máquina?
- Preguntas para educación y formación:
 - ¿Se realizan capacitaciones de forma regular para mejorar la producción?
 - ¿Se revisan los procedimientos de mantenimiento para hacer tareas correctivas y preventivas?
 - ¿Existe actualización de los procedimientos que se siguen para hacer mantenimiento?
 - ¿Hay charlas motivacionales al inicio de cada turno para recordar la importancia de las actividades productivas del aserradero?
 - ¿Se considera un trabajador que puede cumplir múltiples tareas en el aserradero?
- Preguntas para las actividades del departamento de administración y de apoyo TPM:
 - ¿El personal administrativo está comprometido con las labores de mantenimiento?

- ¿Se da siempre el visto bueno para comprar herramientas cuando se necesitan?
- ¿La administración da a conocer la cantidad de producción diaria para el conocimiento de los trabajadores?
- ¿La alta gerencia realiza inspecciones periódicas al proceso productivo?
- ¿Cómo es la colaboración de las actividades relacionadas con las de mantenimiento?
- Preguntas para seguridad y entorno:
 - ¿Se cuenta con todos los elementos de protección personal para trabajar en el aserradero?
 - ¿Está identificado para cada equipo los riesgos para el operario?
 - ¿La planta dispone de pasillos peatonales demarcados adecuadamente?
 - ¿Existe señalización para indicar los peligros al interior del aserradero?
 - ¿Hay un correcto tratamiento de los residuos que genera el proceso productivo?

El resultado del primer diagnóstico arrojó que, para cada una de las 5S, la suma de los puntajes para *seiri* fue de 128 puntos de un total de 250, para *seiton* fue de 125 sobre 250. Para *seiso* se obtuvo un total de 152 de 250 puntos, *seiketsu* obtuvo un total de 79 de 250 puntos y finalmente *shitsuke* alcanzó 96 puntos sobre 250, lo que en conclusión indica que 5S posee un avance actual de nivel intermedio para cada una de las etapas de la herramienta.

Gráfico 21: Resultados encuesta de percepción de 5S



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta de percepción 5S

El gráfico anterior entrega la información respecto a que se debe poner atención y enfocar a realizar más propuestas de actividades para el paso de estandarización y sostenibilidad de 5S. Aunque es sumamente importante poder revisar las preguntas de la encuesta para poder analizar con mayor detalle, las temáticas más bajas según el puntaje individual de la pregunta realizada a cada uno de los diez trabajadores considerados apropiados para la encuesta de percepción. Por lo tanto, si uno observa el criterio de clasificar en el Anexo 14: Encuesta percepción 5S, Anexo 14 ninguna de las cinco preguntas alcanza el puntaje máximo y habría que enfocarse en crear instancias para que los operadores de las máquinas y del taller de mantención puedan saber cómo clasificar adecuadamente sus herramientas y elementos para desempeñar sus funciones en su área de trabajo. También es necesario decirle cómo deben clasificar sus herramientas necesarias, las cosas que deberían quedar y mejorar la ubicación en donde permanecerán a la espera de ser utilizados estos elementos.

Con respecto al criterio de ordenar en la encuesta de percepción, los diez encuestados manifestaron la falta de instancias para saber que deben ordenar y la oportunidad para hacerlo, por lo tanto, se deben generar propuestas para incentivar esta actividad creando, por ejemplo, políticas organizaciones e instrucciones para que puedan ordenar las herramientas y materiales donde corresponden. Adicionalmente, es importante en complemento con crear las instancias y generar las actividades, la habilitación de espacios apropiados y visibles para dejar ordenadas los elementos de trabajo.

Si bien para el tercer paso de limpiar se presentó el puntaje total más alto, será necesario generar instancias de limpieza establecidas, de forma más exhaustivas y de forma más continuas para que los puestos de trabajo se encuentren en mejores condiciones. Involucraría, además una mejor separación de los residuos, pero para lograr este propósito de buena forma se necesitaría de una importante inversión para mejorar el sistema de extracción de aserrín. Debido a la misma actividad, se genera mucho material particulado y los operadores limpian sus puestos de trabajo y las máquinas de aserrín porque se acumula bastante ya que el extractor que retira hacia el exterior este subproducto, no funciona muy bien porque ya está bastante viejo y oxidado interiormente.

Ilustración 22: Buzón receptor de sistema extractor de aserrín



Fuente: Fotografía capturada por Pablo González el 27 de septiembre

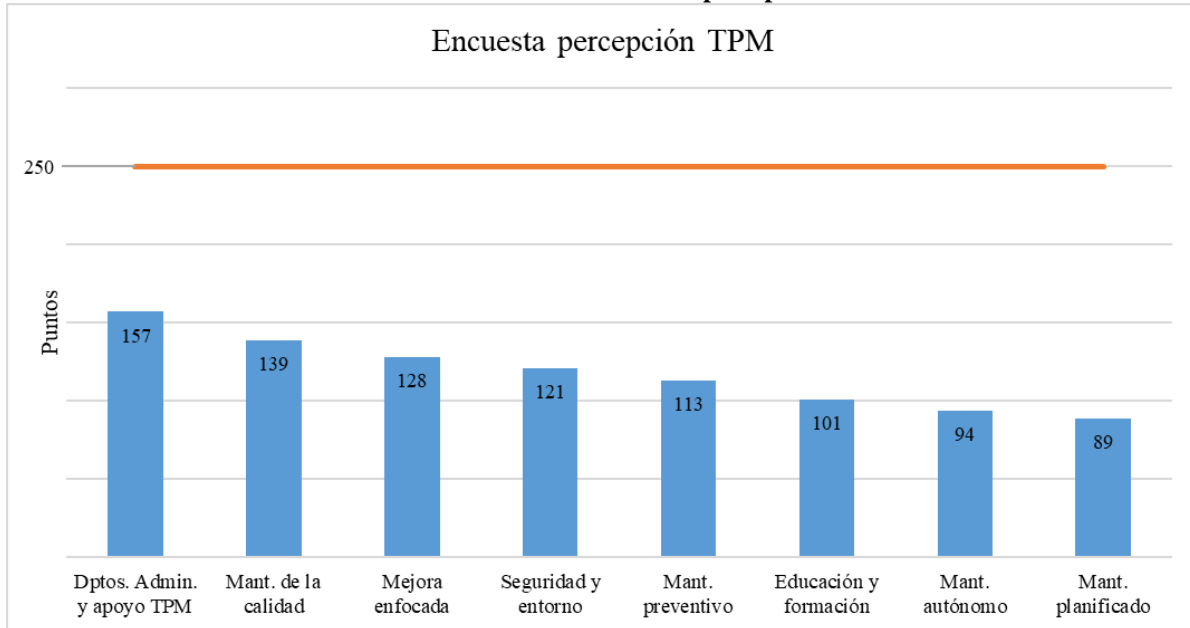
El cuarto criterio de la encuesta de estandarizar resultó el más bajo debido a que no existe procedimientos o señaléticas que normalicen las actividades de clasificar, ordenar y limpiar en el aserradero. Por lo tanto, se generarán todos los elementos faltantes para cumplir con los requerimientos de esta sección y que formarán parte de los resultados tangibles que se le entregan a la empresa.

Por último, la sostenibilidad también presentó un bajo puntaje en comparación con respecto a los demás pasos de 5S. Analizando las preguntas de la encuesta de percepción disponible en el Anexo 14, las actividades a proponer acordes a las necesidades identificadas en las preguntas corresponden a generar instancias de auditorías por periodos, involucrando a la alta gerencia y a la administración del aserradero con la finalidad de crear una cultura organizacional con respecto a la herramienta de 5S.

Para el caso de TPM el escenario no es muy alentador. En el Gráfico 22 se puede apreciar los puntajes obtenidos para cada uno de los ocho pilares de TPM del cual los tres puntajes más bajos corresponden de forma descendente a los pilares de educación y formación, mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado. Si bien corresponde a una comparación de puntajes entre los ocho pilares donde difiere la temática de las preguntas realizadas, se deberá analizar los puntajes individuales de las preguntas para concretar las propuestas de las actividades que tienen como finalidad dar la solución de la problemática

planteada en este proyecto de mejoramiento y las cuales ya se consideran para el diseño del plan de implementación.

Gráfico 22: Resultados encuesta de percepción TPM



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta de percepción 5S

Teniendo en consideración que el costo de implementar TPM es elevado e involucra invertir mucho tiempo en sus actividades, se propone realizar el diseño del plan utilizando dos pilares de necesidad para los trabajadores basados en conversaciones con la alta gerencia para tomar la decisión de cuales considerar, teniendo como base los resultados de la encuesta de percepción. Es así entonces y en conjunto con el lineamiento de la búsqueda de la solución a la problemática, se toma en cuenta el pilar de mantenimiento autónomo que fue uno de los que estuvo bajo en puntaje, porque se estima que proporcionará una nueva forma de trabajo a los operadores más comprometida con la organización y la producción, interiorizando así las tareas de mantenimiento en las actividades cotidianas generando empoderamiento y fortaleciendo la relación hombre-máquina.

El segundo pilar a considerar podría ser el siguiente en la línea de sucesión de los pilares más bajos en percepción de los empleados, pero a modo de sugerencia para crear mayores instancias de confortabilidad en el trabajo, es que se decide considerar en el diseño del plan de implementación del pilar de seguridad y entorno, medida tomada en conjunto con

gerencia. La actual situación que se ha podido observar es que se esmeran en cumplir con los requerimientos legales, pero de hecho algunas veces se pasan por alto porque, por ejemplo, no existen muchos controles del periodo de tiempo en que los elementos de protección personal deberían ser entregados por obligación. Los elementos están disponibles y los recursos están para que sean comprados, pero no es prioridad preocuparse para ver los días en que corresponde reponer ciertos EPP. Aquí el Previsionista de Riesgos debería cumplir un rol importante, situación no visible notoriamente como debería cumplirse, por lo tanto, se sugiere diseñar para disponer de mejores condiciones laborales en cuando a seguridad se refiere. Además, se pretende generar elementos visuales que se contemplan disponer al interior de la planta para concientizar el autocuidado de los trabajadores de Industrial Madeex S.A.

5.2 Diseño del plan de implementación

En una de sus definiciones, la Real Academia Española define la palabra diseño como “proyecto, plan que configura algo”, por lo tanto, en el siguiente capítulo se ingresa por completo, luego de haber establecido en el capítulo 4 los lineamientos del plan de implementación y su configuración para las sentar bases que fundamentan el siguiente apartado.

Antes de comenzar con la descripción de las actividades necesarias para cada uno de los pasos de 5S y de algunos de los pilares de TPM que se puedan considerar para el diseño del plan inicial, es necesario definir un grupo de trabajo que guiará las labores para asegurar el éxito de una futura implementación y mantenimiento del plan propuesto, dadas las pautas sugeridas en este proyecto de mejoramiento.

Es importante mencionar que el diseño inicial del plan de implementación involucra un área piloto para poner a prueba las metodologías propuestas para que, si resultan se masifiquen al resto de los puestos de trabajo. El área en referencia está compuesta por el espacio del taller de mantenimiento y la máquina banco aserradero pues es un equipo fundamental para el desarrollo productivo. En la práctica cada maquinaria es importante, pero el banco aserradero es imprescindible porque es el equipo que realiza los primeros cortes a los troncos de pino y habilita la materia prima para los siguientes procesos.

- **Consultor:** su principal función es entregar los lineamientos y herramientas para poder ejecutar más adelante las metodologías de 5S y TPM. Dentro de sus tareas está la elaboración de procedimientos para que el Coordinador pueda liderar las actividades a seguir por los trabajadores de la empresa. Sí bien el periodo de la realización del proyecto de mejoramiento fue limitado, el estudiante y futuro Ingeniero Civil Industrial estará aún disponible ante cualquier tipo de consulta debido al contacto que se generó con la realización del proyecto.
- **Coordinador:** es la persona con la responsabilidad y capacidad de llevar al grupo de trabajo pues tiene los medios necesarios para generar el nexo entre los conocimientos de las herramientas y el equipo de trabajadores. Tendrá las funciones de realizar la planificación y ejecución de las tareas propuestas en los procedimientos realizados por el Consultor, determinar cuándo es el periodo más conveniente para realizar las acciones necesarias para el éxito de 5S y TPM, conseguir los recursos físicos y económicos para lograr las metas propuestas, etc. El encargado de cumplir con esta labor será el supervisor del aserradero. La alta gerencia también estará involucrada en el apoyo de la planificación de las actividades necesarias para 5S y TPM, pero el responsable y cabeza del grupo de trabajo estará a cargo al supervisor para poder canalizar, coordinar y concretar las labores.
- **Equipo:** es el grupo colaborador compuesto por cada uno de los trabajadores de la empresa puesto que, de una u otra forma cada persona está asignada a una máquina o a una actividad derivada de las funciones de las maquinarias del aserradero, entonces como se busca el objetivo de que todas las áreas y su personal trabajen sin inconvenientes, el equipo forma parte importante del grupo de trabajo para lograr una sinergia laboral. En un comienzo y para efectos de este proyecto, se considera a los trabajadores del área piloto.

La idea del grupo de trabajo, es que cada uno desempeñe sus funciones en colaboración continua con el resto de los participantes para lograr el éxito de las propuestas y así mejorar los procesos productivos del aserradero de Industrial Madeex S.A. Se espera que este equipo contenga características de generar un ambiente agradable de trabajo y motiven al resto de los colaboradores a lograr los objetivos.

5.3 5S

Para recordar, 5S es una herramienta de la ideología de *lean manufacturing* que tiene origen en los años 60' en la fábrica japonesa de Toyota. Deriva su nombre porque la primera letra de cada etapa comienza con la letra "S" y tienen como finalidad obtener puestos de trabajo más ordenados, limpios y organizados a través de la disciplina.

A continuación, se irá describiendo cada una de las consideraciones importantes a tener en cada paso de 5S las que se capturan desde la encuesta de percepción realizada en el planteamiento de la situación actual de este capítulo, las mismas que servirán como guía para hacer las actividades y tareas correspondientes al área piloto que intervienen en la producción del aserradero y del cual se realiza el diseño inicial.

En primer lugar, se debe realizar un paso cero de las actividades de 5S la cual consistiría en capacitar a la alta gerencia y al Supervisor de Operaciones del aserradero para entregar los conocimientos respectivos a 5S a nivel macro. Consiste en una reunión simple de 2 horas para explicar el origen de la herramienta y mostrando también los beneficios que se esperan lograr con una futura implementación.

Luego se procede a comunicar al personal del área piloto (taller de mantenimiento y banco aserradero) la finalidad de la herramienta junto a sus beneficios también para que comprendan la importancia de mantener el orden y la limpieza de los puestos de trabajo. Esta introducción informativa debe considerar entregar la situación actual de la empresa con respecto a 5S para que dimensionen el punto de partida y cuál es la meta que se espera alcanzar. También la reunión introductoria servirá para notificar los puntos críticos existentes a corregir dentro de los puestos de trabajo del área piloto.

5.3.1 *Seiri* – clasificar

En el primer paso de 5S corresponde a hacer labores de clasificación de los elementos realmente necesarios para el adecuado funcionamiento de las áreas de trabajo. Con este paso, se pretende que el Grupo 5S del área piloto pueda identificar las herramientas, partes,

repuestos, etc. innecesarios y que estorban con su presencia física. Dentro de las aplicaciones que se esperan realizar en las actividades que involucran a la clasificación son las siguientes:

- Identificar los elementos realmente útiles y necesarios según su frecuencia de uso.
- Emplear el paso tanto para materiales y bienes con directa relación con las máquinas y también para elementos de apoyo.
- Separar los elementos que no generan aportes significativos a los procesos.

A modo de información para poder entregar conocimientos para realizar una correcta clasificación, en las áreas de trabajo pueden encontrarse objetos del tipo innecesarios, obsoletos-dañados y necesarios. Para los que son necesarios, se deben considerar para el siguiente paso y así reorganizarlos dentro del espacio de trabajo. Tanto para los objetos obsoletos y para los objetos innecesarios que no son útiles para nadie más, se deben descartar o por el contrario cuando es innecesario, que aún funciona y que a alguien le podría servir, se podría donar o transferir dentro de los mismos trabajadores. Además, para cada objeto presente en cada puesto de trabajo dispuesto sin alguna modificación actual, se debe seguir los siguientes criterios:

- La utilidad del objeto. Sí el elemento no es necesario y no aplica al área de trabajo respectiva, se debe etiquetar con alguna pegatina o marca de un color rojo para que sea distintivo.
- Frecuencia de uso. Sí llegase a ser necesario, pero con poca frecuencia el elemento debe ser guardado en otro lugar externo al puesto de trabajo.

De la encuesta de percepción de 5S, en la sección de *seiri* se deja de manifiesto de que se necesitan tareas desde indicar cómo clasificar hasta la actividad de disponer y hacer un listado de las herramientas necesarias para cada puesto de trabajo. Por lo tanto y considerando el área piloto, se procede a la descripción de esta solicitud.

En primer lugar y antes de comenzar con las propuestas de actividades para *seiri* conociendo ya la línea base de partida del primer paso de 5S, se deben generar las instancias para brindar el conocimiento de la importancia de clasificar, iniciando por la alta gerencia y la administración del aserradero. La reunión de capacitación requiere de 1 hora para lograr

el objetivo de transmitir la importancia del primer paso de 5S con la alta gerencia y la administración del aserradero.

Tabla 15: Encuesta percepción 1'S

| Preguntas Seiri | | Suma |
|------------------------|--|-----------|
| 1 | ¿Cómo es el grado de clasificación de sus herramientas, materiales y equipos de su lugar de trabajo? | 23 |
| 2 | ¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario en su puesto de trabajo? | 25 |
| 3 | ¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo? | 32 |
| 4 | ¿Califica adecuado su lugar de trabajo para desempeñar sus funciones? | 26 |
| 5 | ¿Posee las herramientas necesarias para trabajar de forma adecuada diariamente? | 22 |
| TOTAL | | 128 / 250 |


Fuente: Encuesta de percepción 5S

Posteriormente se requiere transmitir el mismo mensaje informativo, pero ahora a los trabajadores que realizarán la parte práctica de la actividad, por lo tanto, se necesita que adquieran los conocimientos e importancia de clasificar en los puestos de trabajo. Entonces se estima hacer una reunión de 2 horas porque ahora debe quedar claro el primer paso de clasificar.

Luego para poder planificar las actividades correspondientes, se considera hacer una junta entre el Coordinador y el Equipo 5S del área piloto para planificar las actividades a desarrollar para hacer la clasificación de los objetos. Se tendrá el apoyo del Consultor en caso de necesitar ayuda en cuanto al conocimiento de la herramienta y de la alta gerencia pues se debe autorizar el día para concretar la primera S, estando además atentos a la actividad con la finalidad de controlar que todo marche adecuadamente.

Para ejecutar las tareas propias de clasificación, se entrega una planilla de guía para poder anotar los artículos a clasificar. Se debe escribir en la parte de “observación” la razón de porque incluir o no en el puesto de trabajo las herramientas encontradas. Cada participante del área piloto deberá tener una para identificar la zona que le corresponde como tal.

Tabla 16: Planilla Seiri

|  | 1'S Clasificación de elementos necesarios para el área de trabajo | Código | Madeex_5_S_01 |
|---|---|-------------|---------------|
| | | Versión | 1.0 |
| | | Fecha | |
| Operador: _____ | Proceso: _____ | | |
| Máquina: _____ | Área: _____ | Área Piloto | |
| Artículo, herramientas, elementos, etc. | | Cantidad | Observación |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Fuente: Elaboración propia

Las actividades a realizar por los miembros del área piloto deben ser las siguientes para poder clasificar las herramientas, materiales, objetos, etc. de sus puestos de trabajo:

- En primer lugar, el Coordinador debe programar el tiempo que sea suficiente para realizar la actividad de clasificación. Dimensionando el tamaño de la máquina y del taller de mantenimiento, se debería dejar alrededor de 1 hora para que cada integrante del Equipo clasifique en su respectiva área de trabajo.
- Cada trabajador entonces, debe identificar los elementos necesarios y frecuentes para así, disponer de ellos en todo momento cuando requiera desempeñar sus funciones normales.
- Luego debe tomar etiquetas de color rojo, por ejemplo, para reconocer a aquellos objetos que no pertenecen al espacio de trabajo y marcarlos.
- En seguida de hacer todo el barrido por el puesto de trabajo, el Coordinador realizará una breve inspección para confirmar que todos los elementos descartados en primera instancia por el mismo trabajador, estén bien catalogados.
- Una vez aprobada la tarea realizada, se procederá a quitar todos los objetos ajenos a cada área.

Finalmente, se debe concretar una reunión de retroalimentación final para verificar que los elementos clasificados de forma necesaria e innecesaria desde los puestos de trabajo, hayan quedado bien categorizados. Una vez más se debe considerar la presencia de alta gerencia de Madeex S.A. para que se vean involucradas todas las secciones de la empresa. Esta última actividad cierra el ciclo de implementación del primer paso de la metodología 5S. A continuación, se muestra un cuadro resumen de las propuestas de *seiri*.

Tabla 17: Resumen de actividad propuestas para 1^o S

| Temática | Objetivo | Actual | Plan de Acción |
|---|--|---|---|
| 1. Conocimiento de <i>seiri</i> | Informar sobre la importancia de clasificar | Se desconoce la importancia de clasificar en los puestos de trabajo | Realizar capacitación a través de una reunión de 1 hora con la alta gerencia y administración del aserradero |
| 2. Conocimiento de <i>seiri</i> por el área piloto | Informar sobre la importancia de clasificar en el área piloto para el diseño del plan | Existe cierto grado de clasificación de herramientas, pero no se sabe distinguir lo necesario | Realizar capacitación de 2 horas con los trabajadores del área piloto para difundir la importancia de clasificar. Se considera entregar la definición y beneficios de la primera S |
| 3. Planificación de actividades de clasificar | Organizar las tareas concretas para clasificar herramientas y materiales en el área piloto | No hay un programa de clasificación | Establecer el conjunto de actividades para poder clasificar (tiempo: 3 horas) |
| 4. ejecución de las tareas de clasificación | Clasificar herramientas, objetos, elementos, etc. necesarios para los puestos de trabajo | No se brinda el espacio formal durante el turno para clasificar elementos de los puestos de trabajo | Entregar la planilla para que los trabajadores del área piloto anoten las herramientas primordiales. Deberán anotar la cantidad de elementos y en “observaciones”, la nota de incluir (etiqueta color rojo) o no del objeto, pensando en la acción siguiente de ordenar |

| | | | |
|--|---|---|---|
| 5. determinación de las herramientas necesarias | Fijar el listado definitivo de los elementos más necesarios | No existe una lista con herramientas de los puestos del área piloto | Realización de inspecciones presenciales para determinar de forma conjunta, si la clasificación hecha por los trabajadores fue correcta |
| 6. reunión final | Concluir la tarea de clasificación en el área piloto | No hay precedente | Reunión de retroalimentación para cerrar la actividad de clasificación |

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Seiton – ordenar

Corresponde a la disposición adecuada de los equipos y objetos de apoyo que tienen relación con cada uno de los procesos productivo del aserradero para que tengan un rápido acceso a ellos y de forma fácil en cada oportunidad en que se requieran. Se debe mencionar la particularidad que, por las dimensiones y peso de cada máquina, es complicado reordenar el *layout* de la planta y reorganizar la ubicación de las máquinas porque el proceso tiene características de línea continua y el galpón que almacena a los equipos ya está construido hace años, entonces una posible mejoría involucraría una suma en la inversión de tipo estructural. Como se mencionó en el marco teórico, el objetivo de ordenar es prever las pérdidas de tiempo que se podrían generar en la búsqueda y traslado de objetos/herramientas de trabajo.

Tabla 18: Encuesta percepción 2'S

| Preguntas Seiton | | Suma |
|-------------------------|--|-----------|
| 1 | ¿Encuentra sus herramientas cada vez que las necesita? | 34 |
| 2 | Cuando usted termina de usar una herramienta, ¿La devuelve a su lugar? | 30 |
| 3 | ¿Cómo califica el orden en su puesto de trabajo? | 26 |
| 4 | ¿Existe un lugar designado para dejar sus herramientas y materiales de trabajo? | 22 |
| 5 | ¿Normalmente se asigna unos minutos al inicio de la jornada para ordenar y revisar su puesto de trabajo? | 13 |
| TOTAL | | 125 / 250 |

Fuente: Encuesta de percepción de 5S

De la encuesta de percepción de 5S, en la sección de *seiton* se deja de manifiesto de que se necesitan tareas desde indicar cómo ordenar y la importancia que tiene este ítem, pasando por la parte de indicar que se requiere de un espacio físico para ayudar a ordenarlas herramientas, hasta lograr generar la habitud y cultura de mantener los puestos ordenados. Por lo tanto y considerando el área piloto, se procede a la descripción de las actividades extrayendo las necesidades desde las preguntas de la encuesta realizada.

En primer lugar y antes de comenzar con las propuestas para *seiton* conociendo ya la línea base de partida del segundo paso de 5S, se deben generar las instancias para brindar el conocimiento de la importancia de ordenar, iniciando por la alta gerencia y la administración del aserradero. La reunión de capacitación requiere de 1 hora y 30 minutos para lograr el objetivo de transmitir la importancia del segundo paso de 5S.

Posteriormente se requiere transmitir el mismo mensaje informativo, pero ahora a los trabajadores que realizarán la parte práctica de la actividad, por lo tanto, se necesita que adquieran los conocimientos e importancia de ordenar en los puestos de trabajo. Entonces se estima hacer una reunión de 2 horas porque ahora debe quedar claro el paso de ordenar.

Luego para poder planificar las actividades correspondientes, se considera hacer una junta entre el Coordinador y el Equipo 5S del área piloto para planificar las actividades a desarrollar para hacer el orden de los objetos. Se tendrá el apoyo de la alta gerencia pues se debe autorizar el día para concretar la tarea y en donde si participación será esencial para controlar que todo marche adecuadamente. Se contempla utilizar el turno de la mañana o de la tarde de un día laboral para planificar las actividades requeridas.

Para la ejecución del orden, se necesita que los objetos que se han clasificado como necesarios, ubicarlos en una locación que permita encontrarlos fácilmente cuando se quieran usar. El Coordinador de las labores revisará si los elementos ordenados son compatibles con la sugerencia inicial que hace cada trabajador para justificar el lugar de los mismos. Una vez que se ha determinado la posición definitiva de cada cosa, se elaborará un listado para hacer un check-list que quedarán por cada puesto de trabajo para que cada cierto tiempo, se controlé la presencia de los elementos donde correspondan. Igualmente se colocará el nombre de cada máquina/área en una etiqueta para dar pertinencia a los objetos y se demarcará en la pared o

en un panel, sí las herramientas pueden ordenarse al ser colgadas, el contorno de ellas para guardarlas

Ilustración 23: Panel de herramientas



Fuente: (HogarMania, s.f.)

A continuación, se entregan algunas recomendaciones a seguir y a tener en cuenta al momento de ordenar los puestos de trabajo del área piloto:

- No colocar objetos directamente en el suelo.
- No ubicar los elementos en lugares que entorpezcan con los movimientos desde, hacia y en el puesto de trabajo.
- Ordenar las cosas en línea y/o ángulos rectos.
- En el caso de tener zonas de almacenaje, ordenarlos a través del método ABC.

Finalmente, para terminar con la actividad se realiza una reunión de retroalimentación para verificar que los elementos definitivos sean los necesarios y que también se aproveche la instancia para entregar los beneficios de mantener el orden.

Tabla 19: Resumen de actividad propuestas para 2'S

| Temática | Objetivo | Actual | Plan de Acción |
|--|--|--|--|
| 1. Conocimiento de seiton | Informar sobre la importancia de ordenar | Se conoce nivel medio-bajo la importancia de mantener ordenados los puestos de trabajo | Realizar capacitación a través de una reunión de hora y media con la alta gerencia y administración del aserradero para obtener liderazgo en las actividades |

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>2. Conocimientos de seiton en el área piloto</p> | <p>Informar sobre la importancia de ordenar a los trabajadores del área piloto</p> | <p>La condición de orden en el área piloto se declara bastante regular</p> | <p>Realizar capacitación de 2 horas con los trabajadores del área piloto para difundir la importancia de ordenar. Se considera entregar la definición y beneficios de la segunda S</p> |
| <p>3. Planificar las tareas de ordenar</p> | <p>Organizar las actividades para ordenar las herramientas y elementos del área piloto</p> | <p>Los elementos en la mayoría del tiempo son localizados a tiempo, pero no hay una disposición a mantener siempre las cosas en su lugar</p> | <p>Crear acciones para que los trabajadores realicen una labor de ordenar, sepan en donde ubicar sus elementos, etc. Para concretar esta tarea se requiere del turno de la mañana o de la tarde disponible para ordenar</p> |
| <p>4. Realización de la actividad de ordenar</p> | <p>Proceder a dejar las herramientas en un lugar visible y de fácil acceso</p> | <p>Se llevan a cabo una orden de los elementos, pero son por iniciativa propia y que muchas veces agrupa herramientas que no se usan cotidianamente</p> | <p>Juntar a los trabajadores del área piloto para que ordenen los elementos necesarios para el puesto, los cuales fueron definidos en el paso de clasificación</p> |
| <p>5. Separar lo necesario de lo innecesario</p> | <p>Apartar lo que se utiliza comúnmente para disponer de los objetivos de forma más rápida</p> | <p>Se mantiene a todo el conjunto de herramientas juntas en un mismo sector sin discriminar la necesidad</p> | <p>Tomar los elementos marcados con la etiqueta u otro marcador de color rojo para saber que aquellos no corresponden a los prioritarios</p> |
| <p>6. Ordenar mediante el sistema ABC</p> | <p>Dejar más cercano al puesto de trabajo los elementos</p> | <p>Las herramientas se encuentran dispersas por toda el área de trabajo</p> | <p>Agrupar el conjunto de elementos para luego disponerlos en un lugar adecuado porque se usan habitualmente</p> |
| <p>7. Inspección de los objetos ordenados</p> | <p>Revisar que el orden se haya llevado a cabo correctamente</p> | <p>No se realizan tareas de inspección porque se deja que el operario entienda su propio desorden pues es él que trabaja en dicho sector</p> | <p>El coordinar de la actividad realiza un <i>check-list</i> de las herramientas que según el trabajador estima son de uso seguido. Ambos posteriormente determinar si el orden es el que se hizo o se deben hacer algunos pequeños ajustes</p> |

| | | | |
|--|---|--|---|
| <p>8. Crear una pizarra de herramientas</p> | <p>Generar un elemento de control visual que demarque la ubicación de los objetos</p> | <p>Existe una demarcación realizada con cinta hace tiempo, la cual ya no se verifica ni se hace seguimiento a la utilidad que brinda</p> | <p>Diseñar un plano que posea el perímetro de las herramientas más recurrentes para que cuando se deban guardar, siempre este nuevamente disponible en el mismo lugar</p> |
| <p>9. Reunión final</p> | <p>Concluir la tarea de ordenar el área piloto</p> | <p>No hay precedente</p> | <p>El personal que participó de las actividades se reúne para realizar comentarios de la misma tarea y también aquellas opiniones que sirven para mejorar el proceso</p> |

Fuente: Elaboración propia

5.3.3 Seiso – limpiar

En el tercer paso de la herramienta 5S se identifican y eliminan las fuentes generadoras de desechos, permitiendo que los puestos de trabajo se encuentren en buenas condiciones y logrando que los trabajadores encuentren sus elementos de trabajo de forma rápida y se desempeñen en un espacio más agradable. Situación que se denota en la encuesta de percepción realizada donde se manifiesta que las labores de limpieza se realizan de forma recurrente, pero no existe una planificación o cronograma para concretar este objetivo. Más bien las funciones se llevan a cabo porque es lógico que si se acumula mucho aserrín, se entorpece el movimiento de los mismos trabajadores y de las partes de las máquinas.

Tabla 20: Encuesta percepción 3'S


| Preguntas Seiso | | Suma |
|-----------------|---|-----------|
| 1 | ¿Cómo califica la limpieza en su lugar de trabajo? | 19 |
| 2 | ¿Es adecuada la separación de residuos en su lugar de trabajo? | 26 |
| 3 | ¿Se limpia periódicamente su puesto de trabajo? | 34 |
| 4 | ¿Existe un acuerdo general administrativo para que todos tengan tiempo para limpiar diariamente? | 43 |
| 5 | ¿Cree que se realizan actividades exhaustivas con respecto a la limpieza de las áreas de trabajo? | 30 |
| TOTAL | | 152 / 250 |

Fuente: Encuesta percepción 5S

Entonces tomando en consideración la información anterior, las actividades correspondientes a *seiso* inician cuando el Coordinador en conjunto con el Consultor, si fuese necesario de su apoyo, planifican la actividad de limpiar para que los trabajadores la puedan desarrollar en el área piloto. Ambos en conjunto con gerencia porque se debe detener la producción, programan una media jornada o un día completo si se tratase de una limpieza más profunda de todo el aserradero, considerando que la prueba en el área piloto ha sido satisfactoria.

Para poder entregar las especificaciones de la limpieza, se considera iniciar por un plan de acción de marcha blanca dejando algún día para dedicar 3 horas a las actividades en que los trabajadores del área piloto, limpien sus puestos de trabajo en conjunto con la alta gerencia y administración. Estos últimos deberán apoyar la actividad para comprometerse con la organización. En esta sección se debe anotar en una planilla todos los objetos y partes a limpiar para que facilite el chequeo cuando se limpie cotidianamente y también servirá para realizar la inspección de la actividad.

Tabla 21: Planilla *seiso*

|  | 3'S Limpieza del área de trabajo | Código | Madex_5_S_03 |
|---|----------------------------------|-------------|--------------|
| | | Versión | 1.0 |
| | | Fecha | |
| Operador: _____ | Proceso: _____ | | |
| Máquina: _____ | Área: _____ | Área Piloto | |
| Artículo, herramientas, elementos, etc. a limpiar | Cantidad | Componentes | Observación |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Fuente: *Elaboración propia*

Posteriormente se debe hacer limpieza cada día para mantener las áreas libres de suciedad y aserrín. Por esta razón se ha establecido como los primeros 15 minutos de los turnos de la

mañana y de la tarde para destinarlos a limpiar, pero conservando además la limpieza que ya estaba sentenciada para el final de cada día pues cada sector debe quedar sin peligros de generar algún incendio. Para poder limpiar, se sugiere tener presente las siguientes consideraciones:

- Limpiar se debe posicionar como una acción de inspección necesaria.
- Pensar que mientras más limpio el área de trabajo y por supuesto las mismas máquinas, se evita y disminuye la ocurrencia de que surjan detenciones que paralicen la producción.
- Mientras más limpio la zona de trabajo, genera una plusvalía en cuando a los ánimos de los trabajadores.

Luego de que las tareas de limpieza se hayan concretado, se debe inspeccionar las zonas del banco aserradero y del taller de mantenimiento para así dejar cada uno de los dos puestos de trabajo en óptimas condiciones. Una de las cosas por revisar es el listado de los artefactos, partes, herramientas, etc. confeccionado en la marcha blanca y los cuales se deben limpiar por área de trabajo cada vez que se realice el ciclo, generando así un control visual para comprobar y chequear la actividad. A ese listado también se adjuntará los instrumentos complementarios necesarios que forman parte de la sección principal y que igualmente se deben limpiar.

Posteriormente se finaliza la tercera S de limpieza con una reunión de retroalimentación para verificar que todas las actividades se hayan realizado adecuadamente. Aquí es necesario reiterar, para que se haga costumbre, que los puestos de trabajo se deben mantener siempre limpios para evitar también que las máquinas se ensucien por dentro, perjudicando su funcionamiento al largo plazo. A continuación, se presenta el resumen de las actividades y su plan de acción.

Tabla 22: Resumen de actividad propuestas para 3'S

| Temática | Objetivo | Actual | Plan de Acción |
|---|---|--|---|
| 1. Conocimiento de seiso | Informar sobre la importancia de limpiar | Existe el acuerdo y la orden de limpiar cada vez que se pueda los puestos de trabajo porque el aserrín es un elemento combustible | Realizar capacitación a través de una reunión de 2 horas con la alta gerencia y administración del aserradero para obtener liderazgo en las actividades |
| 2. Conocimientos de seiso en el área piloto | Informar sobre la importancia de limpiar a los trabajadores del área piloto | Se conoce y se sigue la orden de limpiar pues es importante, pero solo se ve como una tarea obligatoria a realizar | Realizar capacitación de 3 horas con los trabajadores del área piloto para difundir la importancia de limpiar. Se considera entregar la definición y beneficios del tercer paso de 5S |
| 3. Planificar las tareas de limpiar | Organizar las actividades para limpiar las áreas de trabajo del área piloto | La única tarea de limpieza planificada es al final de cada día porque se debe reducir al mínimo el riesgo de incendios entonces no debe quedar aserrín acumulado | Crear acciones para que los trabajadores realicen limpieza de forma recurrente. Para concretar esta tarea de planificar se requiere de 1 hora para determinar las actividades |
| 4. Realización de la limpieza de marcha blanca | Dejar a los puestos en adecuadas condiciones para el trabajo | De vez en cuando se limpia cuando hay tiempos muertos por averías de las máquinas y al final del turno diario | Reunir al personal del área piloto para iniciar con la actividad de limpieza, la cual se contempla realizarse en 3 horas cada vez que se estime adecuado limpiar o medio turno sí la limpieza debe ser exhaustiva. Se entrega una planilla para que se anote todos los elementos que se deben incorporar a la tarea |

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>5. Realización de limpieza diaria</p> | <p>Establecer diariamente horarios definidos para limpiar</p> | <p>Solo está definido el final de cada turno que todo debe quedar lo más limpio posible</p> | <p>Se considera establecer la medida de hacer limpieza los primeros 15 minutos del turno de la mañana y el de la tarde, luego de la hora de colación. Igualmente se mantiene el dejar todo limpio al final del día.</p> |
| <p>6. Inspección de las tareas de limpieza</p> | <p>Controlar que los puestos de trabajo hayan quedado libres de suciedad</p> | <p>Cada vez que el Supervisor realiza visitas al proceso, inspecciona la limpieza y ordena limpiar cuando estima que hay mucho material acumulado</p> | <p>Utilizar la planilla con los elementos considerados en la actividad de limpieza y revisar que estén en condiciones. Se requiere de 20 minutos para controlar el área piloto</p> |
| <p>7. Reunión de retroalimentación final</p> | <p>Concluir la tarea de limpiar el área piloto</p> | <p>No hay precedentes</p> | <p>Reunión de corta duración para mostrar el resultado de la inspección y mencionar si faltó algún elemento que limpiar para que se realice luego</p> |

Fuente: Elaboración propia

5.3.4 Seiketsu – estandarizar

Estandarizar es generar instancias visuales y procedimientos para mantener las actividades de las tres primeras S. Para esto se pueden utilizar normas, manuales y señaléticas para asegurar y establecer que los puestos de trabajo se mantengan en adecuadas condiciones para que los miembros del Equipo 5S puedan desempeñar sus funciones. La aplicación de *seiketsu* genera las siguientes ventajas:

- Mantener los objetivos conseguidos en las tres primeras S.
- Generar la elaboración de estándares de limpieza que luego permiten verificar que estos se estén aplicando de forma adecuada. Para este objetivo se considera el

resultado tangible del manual de procedimientos para la realización de 5S en el área piloto y luego en el resto de la planta.

- Comunicar a cada trabajador del área inicial la importancia de estandarizar.
- Ocasionar la creación de hábitos sobre el orden y la limpieza.

Encuesta percepción 3'S

| Preguntas Seiketsu | | Suma |
|---------------------------|--|-----------------|
| 1 | ¿Existe señalética para ubicar las herramientas de trabajo? | 17 |
| 2 | ¿Existe una guía para realizar la clasificación, orden y limpieza de sus elementos y herramientas presentes en su puesto de trabajo? | 12 |
| 3 | ¿Está presenta una delimitación de las áreas de trabajo y de las maquinarias del aserradero? | 23 |
| 4 | ¿Existen señaléticas que sirvan de control visual para recordar que se debe clasificar, ordenar y limpiar los puestos de trabajo? | 13 |
| 5 | ¿Está establecido un listado estándar por área de trabajo de las herramientas necesarias por puesto? | 14 |
| TOTAL | | 79 / 250 |

Fuente: Encuesta percepción 5S

Como se puede apreciar en la tabla anterior, se levanta la información de los requerimientos faltantes en la planta, los cuales hacen referencia a señaléticas, letreros, planos de las áreas de trabajo, etc. para que estén disponibles al interior de la planta y recuerden diariamente los beneficios y actividades de las 5S.

Con respecto a la estandarización aplicado al área piloto y para que haya una mejor transmisión del mensaje de *seiketsu*, se generan afiches que muestren cada uno de los beneficios que se obtienen realizando las tres actividades de la mentalidad 5S. También, se desarrolla otro afiche de carácter general con las definiciones precisas de clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y sostenibilidad para que 5S esté presente en todo momento y así, lograr que forme parte de la cultura laboral de cada miembro del Equipo 5S de la empresa. Además, se considera que los operarios llenen la planilla disponible en la Tabla 23 para el listado de las herramientas del área para mantener un registro de las artículos, objetos, elementos, etc. que siempre se necesitan para el cotidiano funcionamiento de los puestos del banco aserradero y el taller de mantenimiento. La finalidad es que se puedan ejecutar inspecciones planificadas para controlar la presencia de las herramientas en los lugares de trabajo, evitando

así que se pierdan pues es un problema recurrente en la empresa y terminan por comprar cosas nuevas.

Se consideran hacer, tomando como base el *layout* de la Ilustración 18, diagramas para identificar las demarcaciones usando colores para los sectores correspondientes a cada área de producción y a los puestos de trabajo que deben respetar los trabajadores. A continuación, se puede visualizar el conjunto de elementos diseñados para lograr el objetivo de estandarizar en la empresa Industrial Madeex S.A.

Ilustración 24: Cartel 5S



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 25: Beneficios de clasificar



1. Seiri - Clasificar

"Identifica los elementos realmente útiles y necesarios según su frecuencia de uso"

BENEFICIOS

1. Mejora los ambiente de trabajo al dejar solo el espacio para los elementos necesarios.
2. Aumenta la productividad de las máquinas del aserradero.
3. Entrega mayores facilidades operativas al descartar herramientas que no corresponden en puesto de trabajo.

No olvides de marcar con la etiqueta roja

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 26: Beneficios ordenar



2. Seiton - Ordenar

“No ubicar objetos directos en el suelo y aquellos que entorpezcan tu normal movimiento”

BENEFICIOS

1. Encontrarás los que buscas en tu puesto de trabajo en un menor tiempo.
2. Mejora tu rendimiento en el trabajo.
3. Al etiquetar tus herramientas, existe menos probabilidades que se pierdan.
4. Tendrás lo necesario para trabajar cada día.

Mantenga el orden siempre



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 27: Beneficios limpiar



3. Seiso - Limpiar

“Mientras más limpio tu área de trabajo, menos posibilidades que la producción se detenga”

BENEFICIOS

1. Dispondrás de un ambiente más agradable y limpio.
2. Existirá menos aserrín y tierra cerca de tu área de trabajo.
3. Evitarás que las máquinas se ensucien internamente, una de las causas de averías.

Has limpieza cada vez que puedas para mejorar tu espacio de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 28: Beneficios estandarizar

4. Seiketsu - Estandarizar


“Genera el hábito de limpiar y ordenar para disponer de un área de trabajo en óptimas condiciones”

BENEFICIOS

1. Levanta el nivel de satisfacción y motivación hacia el trabajo.
2. Bajas la posibilidad de producir daños y accidentes, aumentando así tu propia seguridad.
3. Define las actividades para asegurar la aplicación de ordenar y limpiar.

Clasifica, ordena y limpia como su estuvieras en casa

清潔
SEIKETSU



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 29: Beneficios sostenibilidad


5. Shitsuke - Sostenibilidad

“Has que el orden y la limpieza sean parte de tu cultura”

BENEFICIOS


1. Impulsa la mejora continua porque todo lo que se hace, se puede hacer aún mejor.
2. Se incrementa el respeto tanto hacia los procedimientos establecidos, como a los demás trabajadores.
3. Aumenta la moral del personal del aserradero.

Mantén la disciplina día a día



Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Planilla seiketsu

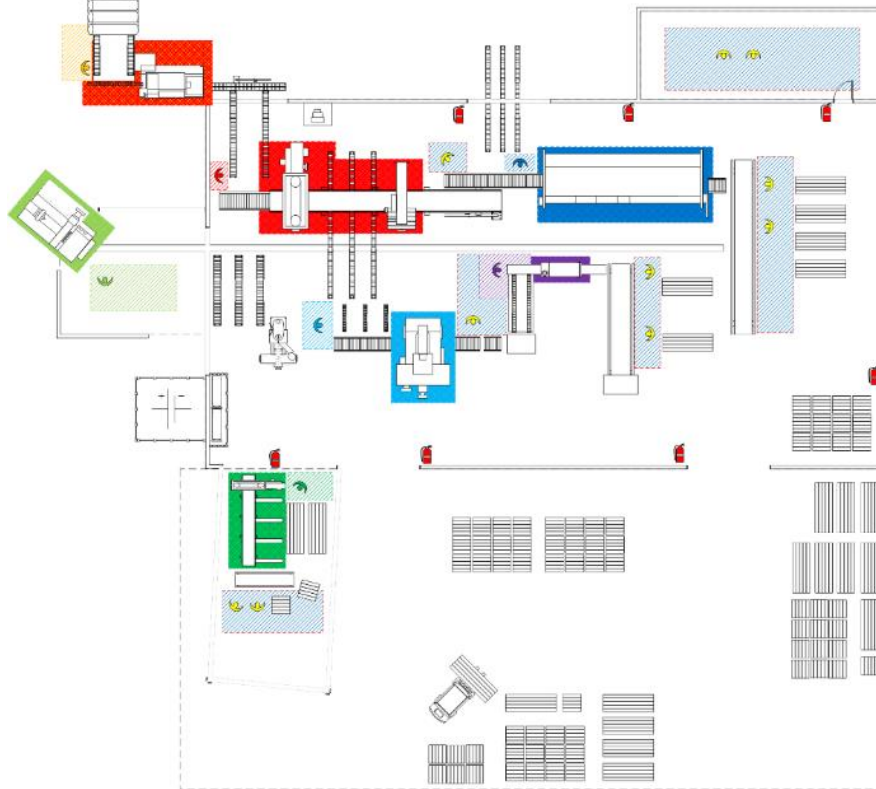
| | | | |
|--|---|---------|---------------|
|  | 4'S Estandarización del área de trabajo | Código | Madeex_5_S_04 |
| | | Versión | 1.0 |
| | | Fecha | |

Operador: _____ Proceso: _____
 Máquina: _____ Área: _____ Área Piloto

| Artículo, herramientas, e elementos, etc. del puesto | Cantidad | Componentes auxiliares |
|--|----------|------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 30: Layout de la planta con los puestos de trabajo por colores



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 31: Portada manual de procedimientos para 5S

| | | | |
|---|---|-------------------|---------------------|
|  | PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR 5S EN LAS ÁREAS DE TRABAJO | Tipo de Documento | |
| | | Código: | MADEX_PLA_PRO_PR_01 |
| | | Versión: | 1.0 |
| | | Fecha Creación: | 15-01-2020 |
| | | Página: 1 de 1 | |



PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR 5S EN LAS ÁREAS DE TRABAJO

Válido desde: xx-xx-xx

| | |
|---|--|
| Nota: Si presente documento actual y sustituye a los procedimientos versión | Elaborado por: Pablo González Núñez Licenciado en Ingeniería Civil Industrial Firma: Fecha: |
| | Revisado por: Juan Rojas Jaque Supervisor de Operaciones Firma: Fecha: |
| | Aprobado por: Claudio López Gerente Firma: Fecha: |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Resumen de actividad propuestas para 4'S

| Temática | Objetivo | Actual | Plan de Acción |
|--|--|--|--|
| 1. Conocimiento de seiketsu | Informar sobre la importancia de estandarizar las actividades | No hay manuales, procedimientos ni señaléticas que indiquen ordenar y limpiar | Realizar capacitación a través de una reunión de 1 hora con la alta gerencia y administración del aserradero para entregar información del cuarto paso de 5S. |
| 2. Conocimientos de seiketsu en el área piloto | Entregar los conocimientos sobre la importancia de estandarizar las actividades a los trabajadores del área piloto | Se argumenta la poca presencia de señaléticas en los puestos de trabajo y de las limitaciones de las propias áreas | Realizar capacitación de 1 hora y media con los trabajadores del área piloto para difundir la importancia de estandarizar y de mantener actualizadas estas labores. Se considera entregar la definición y beneficios de la cuarta S |
| 3. Planificar el diseño de las señaléticas y de las actividades necesarias a estandarizar | Establecer los requerimientos de las actividades y elementos con necesidad de normalizar | No se cuenta con la planificación de este punto | Hacer un levantamiento de la información de las necesidades primordiales para diseñar y estandarizar |
| 4. Diseñar elementos a estandarizar | Realizar algunos los elementos tangibles para la empresa con el fin de mantener los tres primeros pasos de 5S | No se cuenta con estos elementos disponibles en la empresa | Realizar un conjunto de letreros para disponer de ellos en las instalaciones de la planta para recordar la herramienta de 5S. Crear una planilla para el listado de las herramientas de trabajo por puesto. Establecer delimitaciones de los puestos de trabajo utilizando el <i>layout</i> de la planta |

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>5. Aprobación de gerencia de los diseños</p> | <p>Dar el visto bueno a los elementos diseñados para que puedan ser implementados en la planta</p> | <p>Por gerencia pasa cualquier aspecto cuando de inversión se trata, pero no hay precedentes de aprobación de carteles ni letreros en 5S</p> | <p>Hacer una reunión con gerencia y la administración del aserradero para mostrar los resultados de los elementos estandarizados y obtener la aprobación para que después se envíen a imprimir</p> |
| <p>6. Instalar y distribuir los elementos estandarizados</p> | <p>Disponer de la información en todo momento</p> | <p>No se cuenta con estos elementos disponibles en la empresa</p> | <p>Colocar los letreros en puntos estratégicos de la planta, entregar el <i>layout</i> con las delimitaciones de los puestos de trabajo</p> |
| <p>7. Inspección de las herramientas del área piloto</p> | <p>Revisar sí los puestos del área piloto poseen los materiales necesarios para que los trabajadores puedan desempeñar funciones adecuadamente</p> | <p>Se realizan inspecciones visuales, pero de forma general</p> | <p>Controlar periódicamente con la planilla con la información de herramientas que deberían estar disponibles en todo momento en cierto puesto de trabajo</p> |

Fuente: Elaboración propia

5.3.5 Shitsuke – sostenibilidad

Es el último paso de la metodología de 5S y hace referencia a la sostenibilidad de la herramienta en el tiempo a través de la disciplina de los involucrados, en este caso, serían los trabajadores del área piloto y posteriormente todos los operadores de la empresa. Para lograr el objetivo, se debe instaurar una cultura hacia los estándares establecidos en el paso cuatro para que los nuevos valores y hábitos se hagan costumbre. Por lo tanto, se necesita mucho del concepto de la disciplina para que los miembros del Equipo 5S, el Coordinador y toda persona relacionada con la actividad de Industrial Madeex S.A. se alineen, tengan compromiso y se empoderen con la propuesta de 5S, aunque es bueno recordar que se realizará la marcha blanca con el área piloto con el banco aserradero y el taller de mantención.

Tabla 25: Encuesta percepción 3'S

| Preguntas Shitsuke | | Suma |
|---------------------------|--|-----------------|
| 1 | ¿Se realizan auditorías para controlar las actividades de orden y limpieza en la empresa? | 14 |
| 2 | ¿Existe una programación diaria, mensual o anual de las tareas de orden y limpieza? | 13 |
| 3 | ¿La administración participa en las propias actividades de acción como en las de monitoreo? | 22 |
| 4 | ¿Existe y se ve un compromiso de la alta gerencia con el orden y la limpieza de la planta? | 19 |
| 5 | ¿Puede identificar que exista un ambiente cultural de respeto por mantener todo en su lugar y que tenga una presentación limpia? | 28 |
| TOTAL | | 96 / 250 |

Fuente: Encuesta percepción 5S

En la tabla anterior se aprecia los bajos resultados individuales de las preguntas, por lo tanto, las actividades se enfocarán en solventar las necesidades que aquí se observan como, por ejemplo, crear instancias de auditorías, realizar programaciones por periodos de las actividades de 5S, entregar la importancia de la participación de la alta gerencia y administración para mantener el control y la disciplina, etc.


Para ayudar con la sostenibilidad de la última S de la metodología y lograr que la herramienta se mantenga con el tiempo se debe:

- Establecer una cultura de respeto por los estándares que se vayan a establecer.
- Que los logros alcanzados por la clasificación, orden y limpieza no pasen desapercibidos y se recomienda generar una política de incentivos que motiven a los trabajadores del aserradero a cumplir con los estándares.
- Promover el pensamiento de que todo se puede hacer aún mejor, impulsando la mejora continua.
- Que el Coordinador (supervisor de la planta) y la alta gerencia prediquen con el ejemplo y él apoye realizando rondas por los puestos de trabajo mientras se ejecutan las labores de las tres primeras S para ayudar a los trabajadores.
- Hacer visible los resultados de la aplicación de la metodología 5S para demostrar que sí resultan los cambios favorables y positivos hechos por el trabajo del Equipo 5S.

Además, para llevar a cabo la mantención de la disciplina de orden y limpieza, se sugiere concretar periódicamente reuniones para agendar y programar las propias actividades. En la Ilustración 32 se entrega un formato base para dejar formalizadas cada junta que se realice para dejar constancia de los acuerdos que se establecieron entre los responsables de los puestos de trabajo y la administración del aserradero. Esta minuta de reunión será importante para dejar registro con fecha, lugar y asistentes del compromiso de las actividades que se harán posteriormente.

Una actividad clave e importante para poder llegar a cabo la sostenibilidad del plan de implementación con la temática de 5S, son las auditorías. Algunas pueden ser planificadas y avisadas con tiempo y otras de forma aleatoria e inesperadas pues así se incentiva que los trabajadores siempre mantengan sus puestos en óptimas condiciones porque en cualquier momento pueden estar sujetos a un control por parte del Supervisor o de la alta gerencia de Madeex S.A.

Ilustración 32: Formato de acta de reunión para programar actividades de 5S



ACTA DE REUNION

| | |
|---|----------|
| FECHA: | |
| EMPRESA: | |
| ASISTENTES DE LA REUNION: | |
| -responsable 1, máquina o proceso. | |
| - responsable 2, máquina o proceso. | |
| - responsable 2, máquina o proceso. | |
| - representante administración 1. | |
| - representante administración 2. | |
| MINUTA DE LA REUNION | |
| (Anote previamente los temas que se consideran abarcar en la reunión) | |
| TEMAS TRATADOS | ACUERDOS |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Fuente: Elaboración propia

Otra tarea sugerida para mantener la sostenibilidad en el tiempo de la herramienta 5S es que cada mañana por un tiempo de 15 minutos, el personal perteneciente al área piloto de este proyecto lleve a cabo los “15 minutos de 5S” para poder limpiar y ordenar los puestos de trabajo, por lo tanto, se deben utilizar el manual de procedimientos 5S que entrega la estandarización de las actividades relacionadas.

Tabla 26: Resumen de actividad propuestas para 5S

| Temática | Objetivo | Actual | Plan de Acción |
|--|--|--|--|
| 1. Conocimiento de <i>shitsuke</i> | Informar sobre la importancia mantener la disciplina en el tiempo | Se entrega a modo general las consideraciones para mantener actividades de orden y limpieza, pero sin mucha formalidad | Realizar una capacitación a través de una reunión de 2 horas con la alta gerencia y administración del aserradero para repasar contenidos y recalcar la importancia de mantener las propuestas en el tiempo |
| 2. Conocimientos de <i>shitsuke</i> en el área piloto | Informar sobre la importancia mantener la disciplina en el tiempo por los trabajadores del área piloto | La disciplina se lleva a cabo por iniciativa propia, desconociendo si lo realizado es lo adecuado | Realizar capacitación de 1 hora con los trabajadores del área piloto para difundir la importancia de mantener la disciplina 5S. Se considera entregar la definición y beneficios del paso en cuestión |
| 3. Planificar las actividades | Organizar las acciones a realizar para generar una cultura en el área piloto | No existe precedente de planificación de actividades referentes a la sostenibilidad en el tiempo de instrucciones | Crear actividades para que la herramienta pueda perdurar con el paso del tiempo. Los elementos considerados son auditorías por parte de la administración y gerencia con la finalidad de integrarlos a los procesos productivos y a las labores propuestas en 5S |

| | | | |
|---|---|--|---|
| <p>4. Programar las tareas de las 4'S anteriores</p> | <p>Establecer el cronograma de actividades de trabajo 5S</p> | <p>No hay una programación formal y conocida por todos para mantener el orden y la limpieza en los puestos de trabajo. Se realizan por iniciativa propia</p> | <p>Agendar las actividades en conjunto con los responsables a través de una reunión formal. Para esta finalidad, se entrega un formato base de un acta de reunión para que los acuerdos quede prefijados</p> |
| <p>5. Realización de auditorías</p> | <p>Inspeccionar el área piloto para controlar que todo esté en su lugar</p> | <p>Actualmente no se realizan auditorías formales</p> | <p>Hacer auditorías planificadas avisadas con tiempo y otras de forma aleatoria para que los trabajadores mantengan en todo momento el orden y la limpieza</p> |
| <p>6. Hacer los 15 minutos de 5S</p> | <p>Mantener el orden y la limpieza en el tiempo</p> | <p>Actividades que se realiza por iniciativa propia</p> | <p>Establecer diariamente la actividad de 15 minutos en los comienzos de los turnos de la mañana y de la tarde para que se pueda limpiar y ordenar los puestos de trabajo. La labor estará autorizada por la alta gerencia para que los operadores dispongan de su tiempo de trabajo para realizar estas tareas</p> |

Fuente: Elaboración propia

5.4 Mantenimiento de la productividad total – TPM

Con el aumento incesante de la competitividad entre las empresas, las metas en búsqueda de aumento de productividad son cada vez más fuertes. Estas metas deben estar relacionadas con varios factores que afectan directa e indirectamente los resultados de las empresas, como los costos, la calidad, el medio ambiente, la seguridad, la salud laboral y la motivación. TPM es la metodología mundialmente reconocida para maximizar la productividad de procesos que dependen de sus activos (Consultoria em Qualidade S/S Ltda., 2012).

El TPM constituye a todos los empleados desde la alta dirección hasta los trabajadores de la línea de producción, es un sistema de mantenimiento a nivel empresa que puede apoyar las instalaciones de producción. La herramienta busca obtener el más alto rendimiento posible al unificar rendimientos individuales con los producidos por el propio sistema, implicando la proactividad positiva de todos los departamentos y promoviendo la mejora continua de los equipos.

Con la aplicación de TPM se espera que se logren múltiples beneficios. Por nombrar algunos, se tiene el mejoramiento de la calidad y de la productividad, se aprovecha más el recurso humano, se reducen los gastos originados al realizar mantenimiento correctivo y se obtienen flujos productivos más continuos, pero para lograr eso se debe:

- **Establecer una filosofía de prevención de desperfectos** al anticipar y tomar medidas para detectar problemas y para evitar las averías.
- **Cambiar el pensamiento y entendimiento que se tiene sobre los equipos y/o instalaciones** de la planta productiva ya que se generan pérdidas en la eficiencia.

Antes de comenzar con el diseño de los lineamientos para los pilares que se sugieren implementar en Industrial Madeex S.A. es importante mencionar por qué se recomienda partir por los pilares de mantenimiento autónomo y el de seguridad y entorno.

Aunque se sabe que aplicar TPM en empresas puede tomar años y una gran inversión, básicamente se busca que el aserradero comience a darle más importancia a las tareas y labores de mantenimiento para aumentar la confiabilidad de sus máquinas y, por lo tanto, de sus procesos productivos. Este punto de vista se le ha demostrado a gerencia y en conjunto se ha determinado considerar estos dos pilares en el diseño del plan de implementación. Con este objetivo, se puede alcanzar la meta de que los equipos no tengan demasiadas detenciones, limitándose estrictamente a las necesarias y a las propias de los procesos, cambiando así la actual situación de la empresa.

Se pretende comenzar con el diseño del mantenimiento autónomo ya que el personal más adecuado para resolver los problemas de las maquinarias del aserradero es el que está en contacto más íntimo con ellos, es decir, los operarios de cada parte del proceso productivo,

es por esto que deben incluirse desde el inicio de la implantación del TPM. Además, el concepto de limpieza como inspección dentro de las empresas es un hábito que se desarrolla por medio de una experiencia directa de los operarios, que implica el conocimiento a profundidad del equipo y las condiciones óptimas de este. Por lo anterior es adecuado afirmar que el TPM considera la metodología de las 5S como elemento importante de la sinergia del operario con su equipo y el mantenimiento de dichas condiciones, entonces es recomendable iniciar por el Mantenimiento Autónomo pues sería el nexo entre ambas herramientas, donde también se daría el primer paso para la generación de la ideología cultural que se busca entregar con los lineamientos del presente proyecto.

Luego, se considera el pilar de seguridad y entorno porque es muy relevante y sumamente importante mantener los resguardos y cuidados necesarios para reducir a cero los accidentes laborales y la contaminación generada en el proceso productivo, logrando un ambiente de trabajo seguro pues se tienen máquinas en las que todas realizan cortes y son muy peligrosas porque pueden cortar partes del cuerpo de los trabajadores. También al pertenecer a cierto rubro, las exigencias legales en cuanto a las condiciones de seguridad son muy altas, por lo tanto, se considera el mencionado pilar con la finalidad de entregar los lineamientos a Industrial Madeex S.A. para que pueda cuidar adecuadamente de su equipo de trabajadores.

5.4.1 Mantenimiento autónomo

Busca la participación de cada uno de los operarios de la empresa en las actividades de mantención de sus propios equipos, para que los cuide, conozca y respete las condiciones de operación a través de un alto grado de formación y preparación profesional para que así, se puedan conservar los puestos de trabajo libres de suciedad, desorden y contaminación.

El pilar se fundamenta en el grado de conocimiento que tiene el trabajador para controlar las condiciones de las operaciones para que así se pueda comprender la importancia de realizar análisis de las problemáticas que surgen. Es recomendable efectuar inspecciones de carácter preventivo, mantener el estado adecuado de los espacios de trabajo, etc. Para este último objetivo de inspeccionar, será clave la participación del Supervisor de Operaciones del aserradero y de la alta gerencia de la empresa.

La metodología que sugiere el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM) para el pilar de mantenimiento autónomo es el siguiente:

- **Limpieza:** eliminación de la suciedad, polvo, ajustes menores.
- **Eliminación de fuentes de suciedad y contaminación:** facilitar el acceso a los equipos, evitar que se vuelvan a poner sucios, reducir los tiempos de limpieza, pero seguir haciéndolo adecuadamente.
- **Preparación de estándares de inspección:** en primera instancia se establecen lineamientos iniciales para llevar a cabo las tareas de limpieza, ajustes y lubricación. Posteriormente una vez validados, se deben instaurar para que se mantengan de forma definitiva.
- **Aplicar técnicas de inspección general:** hacer uso de manuales para adiestrar y realizar inspección para eliminar los pequeños desperfectos y lograr también un mayor conocimiento de las maquinarias.
- **Inspección autónoma:** formulación y establecimiento de procedimientos de control autónomo.
- **Estandarizar los procedimientos:** elaborar estándares para control de herramientas, registro de datos, patrones de calidad, etc.
- **Control autónomo de los objetivos:** aplicar las políticas establecidas por la dirección de la empresa.

Para el diseño del pilar de Mantenimiento Autónomo aplicado al área piloto de la empresa Industrial Madeex S.A., en primera instancia y con el objetivo de recordar los roles de los participantes, se describen las siguientes responsabilidades el Grupo-Autónomo aplicado al pilar en cuestión:

- **Coordinador:** está encargado de realizar la planificación del mantenimiento autónomo, en donde posteriormente deberá organizar y supervisar las actividades propiamente tal para la aplicación de las actividades.
- **Equipo:** corresponde a cada uno de los operadores que tendrán la labora de ejecutar las tareas de mantenimiento autónomo.

- **Consultor:** apoya las actividades en cuanto a conocimiento se refiere. El Coordinador mantienen una comunicación con el Consultor para verificar que la planificación de las actividades esté bien desarrolladas previo a su ejecución.

De la encuesta de percepción realizada para TPM el pilar de mantenimiento autónomo presentó el segundo menor puntaje dentro del conjunto de pilares, por lo tanto, se considera proponer exhaustivamente actividades porque además se ha considerado junto a gerencia que la autonomía puede entregar los operarios actitudes y acciones que permitirán reducir considerablemente las pérdidas generadas por los tiempos muertos. Las actividades que se propondrán serán relacionadas con tareas de limpieza y lubricación pues son necesarias según las características propias de las maquinarias presentes en el área piloto

Tabla 27: Encuesta percepción TPM, mantenimiento autónomo

| Preguntas mantenimiento autónomo | | Suma |
|---|--|-----------------|
| 1 | ¿Los operadores realizan mantención propia de sus equipos? | 17 |
| 2 | ¿Usted cree que existe una cultura en los trabajadores de empoderamiento con el cuidado de sus máquinas? | 14 |
| 3 | ¿Se limpia y lubrica adecuadamente los equipos de forma constante? | 23 |
| 4 | ¿Se revisan todos los equipos antes del comienzo de los turnos de trabajo? | 29 |
| 5 | ¿Existe algún programa de capacitación de lubricación y limpieza actualmente? | 11 |
| TOTAL | | 94 / 250 |

Fuente: Encuesta de percepción TPM

A continuación, se describen las actividades para realizar mantenimiento autónomo en el banco aserradero y el taller de mantenimiento:

1. Primera actividad: limpieza inicial

Esta primera labor es compatible con la tercera S de la herramienta 5S en donde se hace la limpieza de los puestos de trabajo. Por lo tanto, se aprovechará de limpiar las partes que componen el banco aserradero, partes que se identificarán en la tabla de mantenimiento por máquina que se mostrará más adelante para así, ayudar a evitar los problemas por equipo que se han identificado en la sección del Método Delphi. Entonces la primera actividad referente a la limpieza se dividirá en cinco tareas trascendentales:

- Eliminar la suciedad y los desechos:** al ordenar que los operarios limpien su máquina asignada y para el caso del taller, el espacio relativo a este, se logra que sientan más compromiso e interés con el cuidado de estas, extendiendo así su utilidad. Con la finalidad de tener un precedente para ejecutar las labores de limpieza de las máquinas, se recomienda empezar con las actividades de 5S para que el trabajador tenga una introducción a la importancia de limpiar y mantener toda el área de trabajo libre de elementos ajenos porque si se comienza directamente con la limpieza del mantenimiento autónomo, no será lo óptimo porque las tareas se realizarán de forma lenta y puede ser que los operarios no entiendan como debe limpiar y que estas acciones corresponden al personal del taller de mantención. Con esta consideración se espera tener una concientización previa de la limpieza de la máquina y el taller que facilitará los pasos posteriores.
- Descubrir las anomalías:** las irregularidades generan desorden, deficiencias, peligros de accidentes, fallas, etc. Por esta razón se proporciona para la información y conocimiento de los trabajadores un conjunto de las posibles anomalías que se pueden presentar en las máquinas del aserradero. Otro aporte visual que se genera es la elaboración de tarjetas que clasifican estas anomalías para que cuando surjan, indicar si el problema será resuelto por el propio operario, con una tarjeta azul, o por el personal del taller de mantención, con un color amarillo.

Tabla 28: Tabla tipo de anomalías

| ANORMALIDAD | EJEMPLO | ANORMALIDAD | EJEMPLO |
|------------------------|---|---------------------------|---|
| 1. Puntos Inaccesibles | | 4. Focos de contaminación | |
| Limpieza | De elementos que obstruyen el tránsito del personal | Producto | Derrames, fugas |
| Inspección | De cubiertas de los volantes | Materias primas | Aserrín, sabia, corteza quemada |
| Lubricación | Huinchas cortadoras, máquinas | Lubricantes | Derrames, fugas, hidráulicos |
| Apretar tuercas | Cubiertas, partes, soportes | Gases | Gases, aire comprimido |
| Operación | Predisposición de las máquinas | Líquidos | Agua, aceite, lubricantes |
| Ajustes | Indicadores de presión | Sólidos | Trozos de madera, materiales de trabajo |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Continuación tabla tipos de anomalías

| | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 2. Elementos innecesarios | | 5. Pequeñas deficiencias | |
| Maquinaria | Compresores de aire, bombas, motores. | Daños | Roturas, partes desoldadas |
| Instrumentos | Indicadores de presión, electricidad | Fenómenos extraños | Ruidos, vibraciones |
| Tuberías | Mangueras de aire y agua | Contaminantes | Aceite, grasa, petróleo, óxido |
| 3. Incumplimiento de las condiciones básicas | | 6. Fuentes de defectos de calidad | |
| Lubricación | Fugas de líquido lubricante | Humedad | Poca en troncos quemados |
| Niveles de aceite | Lectura errónea, fugas | Golpes | Colisiones, vibraciones |
| Apretado de tuercas | Tuercas sueltas o mal apretadas | Materiales extraños | Desechos, basura del proceso |

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33: Etiquetas mantenimiento autónomo



Fuente: Elaboración propia

- **Corregir las pequeñas deficiencias para elevar la confiabilidad de las máquinas:** al comenzar por la corrección de pequeños problemas, es posible elevar la confiabilidad de las máquinas que los operadores manipulan porque se obtendrán resultados positivos conseguidos de forma rápida y sencilla y, además se establecerán las condiciones básicas de funcionamiento de los equipos.
- **Lubricación:** corresponde a una de las medidas principales y esenciales para preservar la confianza en las maquinarias del aserradero para evitar los desgastes y lograr un uso más eficiente al reducir la fricción entre las partes metálicas y las que poseen movimiento a una velocidad considerable. Para poder realizar lubricación se debe:
- **Apretar tuercas y partes:** como existen uniones de partes en la misma máquina que se utilizan tornillos y tuercas para mantenerlas juntas, es muy importante que alguna tuerca se encuentre floja porque puede causar que alguna sección se suelte y se desencadene un accidente involucrando tanto la salud y seguridad de los trabajadores, como la producción de madera aserrada. Además, si partes de la máquina se sueltan, esta comienza a vibrar produciendo que otros tornillos se suelten y entonces las uniones se pueden agrietar debido a que están sometidas a más esfuerzos para mantener los segmentos juntos. En el caso de que se vea que algún perno o tornillo ya no está cumpliendo su función ya que el material ha cedido un poco, preferiblemente reemplazar los elementos involucrados.

2. Segunda actividad: eliminación de fuentes de suciedad y contaminación.

Con el objetivo de reducir los tiempos de limpieza, inspección y lubricación de las máquinas y para poder eliminar las fuentes de suciedad y contaminación en primer lugar, se debe dimensionar la naturaleza del origen de la contaminación para buscar la forma de proceder. Luego se debe contextualizar de alguna forma (cantidad, costo, peligro, etc.) para poder contextualizar el daño que produce tal fuente para que después, los operadores lleguen hasta el lugar en donde se produce el problema y puedan reparar las averías de forma adecuada para que no vuelvan a ocurrir.

3. Tercera actividad: preparación de estándares de inspección.

Esta tarea tiene relación con la aplicación de la cuarta S de la herramienta 5S referente a la estandarización de los procesos de limpieza porque se necesita que esté bien pulido para que se puedan ejecutar tareas necesarias para las máquinas del aserradero como lo es lubricar. Como se pretende estandarizar, ya a esta actividad se contempla delinear las acciones correspondientes al entrenamiento de limpiar y lubricar, los puntos de lubricación, la periodicidad de las aplicaciones, quienes deben controlar y supervisar las labores, etc. La meta es certificar y asegurar que las máquinas pueden funcionar al menos en sus condiciones básicas, pero que no lleguen hasta el punto de falla para que recién se tomen medidas de solución. En este paso ya es necesario que los operadores asuman el compromiso por la mantención de las maquinarias con quién trabajan y tengan el sentimiento de responsabilidad por el cuidado de los artefactos que ocupan para cumplir con sus funciones dentro de la empresa. También es muy importante por parte del Coordinador del Grupo-Autónomo poder extender y realizar de forma constante controles visuales para garantizar que el trabajo realizado por los operarios se hace de forma correcta.

Igualmente se puede aprovechar la instancia de las reuniones de cierre de las actividades para recibir opiniones y sugerencias de cada uno de los participantes pues permitirá obtener una lluvia de ideas para mejorar continuamente y también, logrará un sentido de consideración dentro del personal pues las actividades que ellos mismos realizan irán en su propio beneficio y perciben que la administración toma en cuenta sus ideas.

4. Cuarta actividad: aplicar técnicas de inspección general.

Como se mencionaba en la descripción al comienzo de esta sección con respecto a esta actividad, se debería comenzar con el uso de manuales que establecen las políticas y tareas de limpieza y lubricación de las máquinas del aserradero. Es de interés empezar a prevenir la ocurrencia de fallas y detenciones en la planta productiva porque se generan ineficiencias y se dispone de menos tiempo para elaborar paquetes de madera dimensionada, entonces en esta cuarta actividad se da importancia a la educación de los trabajadores a través de estas guías para hacer mantenimiento, lo que les brindará un apoyo y mayor capacidad para la

comprensión del funcionamiento de los equipos. Estas mismas labores fiscalizarán las acciones de mantenimiento de forma global en la empresa.

5. Quinta actividad: inspección autónoma.

Se recalca que las inspecciones por parte del personal apropiado (coordinador y del personal del taller de mantenimiento) deben hacerse de forma constante para que, con el paso del tiempo, los operarios se acostumbren a realizar el mantenimiento autónomo de forma adecuada, alcanzando las metas y objetivos de tener siempre en óptimas condiciones las máquinas para así se habitúen a hacer un gran trabajo siempre y ellos mismos fiscalicen su actividad.

Para poder desarrollar la inspección autónoma, se deben revisar las condiciones de operación básicas para cada máquina para en el caso de encontrar diferencias a las vistas *in situ*, tomar las medidas correspondientes para eliminar y lograr solucionar los inconvenientes. Luego vendría la planificación para ejecutar las tareas de mantenimiento al crear normas y pautas para tener como guía. Al afinar estos procedimientos, se procede a la estandarización de los mismos para que luego cada operario pueda finalmente, lograr la inspección de forma propia.

6. Sexta actividad: estandarizar los procedimientos.

En la sexta actividad se alcanza un cierto nivel del cual se espera alcanzar y que se cumplan los objetivos de la meta cero fallas, cero accidentes y cero averías. Por lo tanto, ya se alcanza cierto piso que, con ayuda del pilar del mantenimiento autónomo, permite lograr como ya se mencionó, las metas cero.

Entonces en esta actividad se procede a la elaboración de manuales ajustados ya a la aplicación de las tareas de mantenimiento autónomo con respecto a la limpieza y a la lubricación, porque de los procedimientos iniciales elaborados se reconcilian para dejar aún más claro y conciso las labores necesarias para la mantención de las máquinas de la empresa.

7: Séptima actividad: control autónomo de los objetivos.

Corresponde a generar políticas a nivel organizacional para que se realicen los procedimientos estandarizados en cada parte de Industrial Madeex S.A. ya que no solo aplica a maquinarias los procedimientos. Perfectamente podrían aplicarse a los procesos internos llevados a cabo por el Coordinador en su rol de supervisor de las operaciones. Además, se puede aprovechar la instancia para que realicen los ajustes en formato de los procedimientos bajo la norma ISO 9000 para poder obtener la certificación correspondiente y entregar el mensaje a la comunidad externa, que el aserradero cumple con los estándares de calidad internacional y muestra un mensaje claro e inconfundible hacia afuera de la empresa.

Para finalizar el pilar de mantenimiento autónomo a continuación, se muestra una tabla con los problemas identificados en la sección del Método Delphi y las soluciones desde el punto de vista del mencionado pilar de TPM.

Tabla 30: Actividades mantenimiento autónomo por máquina

| MÁQUINA | SOLUCIÓN MANT. AUTÓNOMO |
|---------------------------------------|---|
| ASTILLADOR | |
| Cambio de cuchillos | El operador cambia periódicamente los cuchillos según el tiempo de uso |
| DESCORTEZADOR | |
| Falta de materia prima | No hay una solución desde el punto de vista de este pilar porque depende de terceros |
| Sistema de rodamientos internos | El operador con cierta frecuencia revisa el sistema de rodamientos para buscar futuras fallas |
| BANCO ASERRADERO | |
| Rotura del eje del volante horizontal | Avisar al personal del taller de mantención porque es una falla que involucra a personas más capacitadas |
| Cambio de huinchas y medidas | El operador cambia periódicamente los cuchillos según el tiempo de uso |
| MÚLTIPLE 7 VOLANTES | |
| Cambio de huinchas y medidas | El operador cambia periódicamente los cuchillos según el tiempo de uso |
| Lampazo atorado | Solicitar el personal del taller de mantención, el repuesto de goma de la rueda que empuja la madera a su lugar |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Continuación de las actividades mantenimiento autónomo por máquina

| MÁQUINA | SOLUCIÓN MANT. AUTÓNOMO |
|---------------------------------------|--|
| BANCO TRIPLE / DOBLE | |
| Cambio de huinchas | El operador cambia periódicamente los cuchillos según el tiempo de uso |
| CANTEADORA | |
| Contactor quemado del panel eléctrico | El operador en cada momento que estime conveniente, puede limpiar el panel de control eléctrico con aire comprimido |
| TROZADOR MÚLTIPLE | |
| Pausa para embalar paquetes | Los trabajadores que se encargan de hacer esta actividad, tendrán como objetivo no sobrepasar los 10 minutos |
| Corte de cadena de transporte interno | El operador realizará inspección a las uniones de la cadena para avisar al personal de taller para soldar lo desajustado |

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 34: Manual de procedimientos para mantenimiento autónomo

| | | | |
|---|--|-------------------|-----------------------|
|  | PROCEDIMIENTO PARA DE SARROLLAR MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | Tipo de Documento | |
| | | Código: | MADEEX_PLA_PROD_PP_01 |
| | | Versión: | 1.0 |
| | | Fecha Creación: | 15-01-2020 |
| | | Página: 1 de 1 | |



**PROCEDIMIENTO PARA DESARROLLAR
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

Válido desde: xx-xx-xxx

| | |
|--|---|
| Nota: Si presenar documento anula y sustituye a la procedencia versión | Elaborado por: Pablo González Núñez Gerente de Ingeniería Civil Industrial Firma: Fecha: |
| | Revisado por: Juan Rojas -Jara Supervisor de Operaciones Firma: Fecha: |
| | Aprobado por: Claudio López Gerente Firma: Fecha: |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Resumen de actividad propuestas para mantenimiento autónomo

| Temática | Objetivo | Actual | Plan de Acción |
|---|--|---|--|
| 1. Conocimiento de mantenimiento autónomo | Informar sobre la importancia de pilar de TPM | Se asume a modo general que se deben mantener los puestos limpios de forma autónoma, pero no se expresa la orden formal definida por procedimientos | Realizar capacitación a través de una reunión de 2 horas 45 minutos con la alta gerencia y administración del aserradero para informar de los beneficios de hacer tareas de mantenimiento en el aserradero |
| 2. Conocimientos de mantenimiento autónomo en el área piloto | Informar sobre la importancia de pilar de TPM a los trabajadores del área piloto | Se realizan algunas tareas de cuidado autónomo de los puestos de trabajo, pero se desconoce si son las correctamente aplicadas | Realizar capacitación de 3 horas y media con los trabajadores del área piloto para difundir la importancia del pilar. Se considera entregar la definición y beneficios |
| 3. Planificar las tareas de mantenimiento autónomo | Organizar las actividades para hacer mantenimiento en las áreas de trabajo del área piloto | Actualmente no se planifican formalmente actividades de mantenimiento que tengan como ejecutores a los operadores | Crear acciones para que los trabajadores realicen mantenimiento autónomo de forma recurrente. Para concretar esta tarea de planificar se requiere de 2 horas para determinar las actividades y tomar como base los paso que determinar el JIPM |
| 4. Realización de la actividad de limpieza | Eliminación de la suciedad, polvo y ajustes menores | Se realizan labores de limpieza, pero lo justo y necesario sin abarcar la necesidad real de la empresa | Se contempla entregar las instrucciones para eliminar desechos y otras actividades como el ajuste de tuercas, por ejemplo, en el manual de procedimientos de mantenimiento autónomo y también, entregar los tipos de anomalías que se pudieran presentar en las máquinas del área piloto |

| | | | |
|---|---|--|--|
| <p>5. Eliminación de fuentes de suciedad y contaminación</p> | <p>Facilitar el acceso a las maquinarias del área piloto</p> | <p>La principal fuente de suciedad proviene del sistema de extracción de aserrín que no funciona bien entonces mucho material queda al interior de la planta. En las maquinarias del área piloto se presentan fugas de lubricante y aceite</p> | <p>En primera instancia se deben descubrir las anomalías, las cuales se identificarán con etiquetas personalizadas para que luego se puedan eliminar las fuentes de contaminación</p> |
| <p>6. Preparar los estándares de inspección</p> | <p>Establecer los lineamientos iniciales para llevar a cabo las tareas de limpieza, ajustes y lubricación</p> | <p>Actualmente no se cuenta con estándares predefinidos</p> | <p>Compatibilización de actividades con el paso de <i>seiketsu</i></p> |
| <p>7. Aplicar técnicas de inspección general</p> | <p>Hacer uso de manuales para adiestrar y realizar inspección para eliminar pequeños desperfectos</p> | <p>Existe carencia de manuales que digan como limpiar, ajustar y lubricar adecuadamente</p> | <p>Creación de un manual de procedimientos que contemplen estos requerimientos. Entregable para la empresa</p> |
| <p>8. Realizar inspección autónoma</p> | <p>Formulación y establecimiento de procedimientos de control autónomo</p> | <p>No hay precedentes</p> | <p>Actualizar los procedimientos estándar luego de las primeras aplicaciones de actividades o cada vez que se requiera. De esta forma se logrará que se realice inspección de forma propia</p> |
| <p>9. Estandarizar los procedimientos</p> | <p>Elaborar estándares para el control de herramientas, registro de datos, etc.</p> | <p>No hay precedentes, pero con la futura implementación serán las actividades de 5S</p> | <p>Ajustar las tareas de mantenimiento con respecto a la limpieza y lubricación para dejar aún más claro y conciso las labores necesarias de mantención</p> |

| | | | |
|---|--|--|---|
| <p>10. Control autónomo de los objetivos</p> | <p>Aplicar las políticas establecidas por la dirección de la empresa</p> | <p>Existen algunas indicaciones, pero nada normalizado</p> | <p>Generar políticas a nivel organizacional para que se usen los procedimientos estándar en la empresa. Para esto crear lemas y frases visibles que integren los objetivos del mantenimiento autónomo</p> |
|---|--|--|---|

Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Seguridad y entorno

La contaminación en las áreas de trabajo puede originar un funcionamiento inadecuado de las máquinas presentes en el aserradero y también puede generar y ser responsable de un ambiente propenso a la ocurrencia de accidentes, ya que el proceso productivo cuenta con equipos altamente peligrosos porque como trabajan con huinchas metálicas cortadoras, pueden amputar parte del cuerpo de algún operador. Se usa esta estos conceptos para contextualizar los peligros porque es necesario expresar que el riesgo de sufrir accidentes es muy alto en cualquier aserradero.

Por esta razón, es necesario preservar la integridad de cada persona que transite ocasionalmente o de forma cotidiana por las zonas determinadas como peligrosas para así, contribuir al mejoramiento de la productividad pues se contará con un lugar seguro y agradable para desempeñar las funciones. Para el caso de la empresa, son las referentes al espacio donde se encuentra la línea de aserrío y el patio por donde circular equipos de mediano y alto pesaje.

Las acciones recomendadas para poder aplicar el pilar de seguridad y entorno considerando el ambiente del aserradero son:

- Establecer medidas de seguridad a las máquinas del aserradero.
- Alcanzar condiciones de trabajo más seguras para los operadores de Industrial Madeex S.A.
- Mejorar el entorno de los puestos y áreas de trabajo (suciedad, vibraciones, ruidos, etc.).

- Cuidar y resguardar la salud de los trabajadores, teniendo siempre este ítem como prioridad, ante todo.
- Promover acciones de higiene y limpieza.
- Evitar la contaminación ambiental, resguardando el bienestar de los vecinos colindantes al terreno del aserradero.

Tabla 33: Encuesta percepción TPM, seguridad y entorno

| Preguntas seguridad y entorno | | Suma |
|--------------------------------------|---|-----------|
| 1 | ¿Se cuenta con todos los elementos de protección personal para trabajar en el aserradero? | 38 |
| 2 | ¿Está identificado para cada equipo los riesgos para el operario? | 29 |
| 3 | ¿La planta dispone de pasillos peatonales demarcados adecuadamente? | 15 |
| 4 | ¿Existe señalización para indicar los peligros al interior del aserradero? | 16 |
| 5 | ¿Hay un correcto tratamiento de los residuos que genera el proceso productivo? | 23 |
| TOTAL | | 121 / 250 |

Fuente: Encuesta percepción TPM

De la encuesta de percepción se puede extraer la información de que actualmente se cuenta con los implementos necesarios para la seguridad de los trabajadores, pero al no alcanzar el puntaje máximo de 50 puntos o algún otro cercano, indica que los elementos no satisfacen completamente a los trabajadores. Entonces se estima abarcar las otras temáticas de necesidades identificadas en las preguntas para aumentar el nivel de satisfacción y seguridad en los empleados de Industrial Madeex S.A.

Uno de los puntajes que llama la atención es la carencia de señalética que recuerde a las personas de los cuidados personales que deben tener al interior de sus puestos de trabajo. Particularmente pensando en el área piloto, el banco aserradero trabaja a una potencia enorme para poder hacer girar huinchas metálicas que cortan troncos de pino de hasta 40 centímetros de diámetro, por lo tanto, la velocidad y fuerza que imprime esta sección de la máquina es llamativa porque es una principal fuente de peligro. Para el taller de mantenimiento, igualmente existen varias máquinas de menor tamaño en comparación a las del proceso productivo, pero son estos pequeños equipos que se encargan de obtener filo para reutilizar las huinchas cortadoras. Por ende, igualmente se les debe prestar atención porque representan un peligro para los dos trabajadores que ahí desempeñan su labor.

Otro punto importante rescatado de la encuesta, es la manifestación de que los pasillos y zonas de tránsito están cada vez menos disponible su demarcación pues la pintura que denotaba las líneas para circular y caminar hacia los puestos de trabajo, se está perdiendo con el paso del tiempo. Entonces también se sugiere diseñar el plano de las instalaciones con el enfoque en trazar las zonas peatonales para que se vuelvan a remarcar y también se contempla un diagrama de *spaghetti* con la finalidad de comunicar a los visitantes externos a la planta, el camino a seguir para llegar a cada una de las máquinas.

Anteriormente se ha expresado algunas recomendaciones para poder aplicar el pilar de seguridad y entorno, las cuales se recogen para detallar las actividades propuestas para esta sección.

La primera medida es establecer condiciones de trabajo seguras con las máquinas, para este caso, del área piloto. Los riesgos asociados a este lugar son la exposición al ruido, atrapamiento, contacto con herramientas de corte, atropellos pues son tres los equipos móviles usados para levantar gran peso y el contacto con las partículas en suspensión. Las medidas de control para evitar estos peligros son el usar protectores auditivos, no intervenir las máquinas cuando están en movimiento y esta regla se debe seguir de forma tajante, caminar y circular por zonas demarcadas y usar antiparras para evitar el contacto con el aserrín y tierra en suspensión.

Estas medidas se consideran para crear un elemento de control visual que recuerde constantemente a los trabajadores tomar los resguardos respectivos. Por lo tanto, se ha confeccionado un letrero que será impreso e instalado en alguna sección completamente visible del banco aserradero y el otro cartel será colocado en alguna parte del muro del taller de mantención. También se estima conveniente aprovechar las medidas aquí establecidas para hacer durante los primeros 15 minutos de cada jornada, charlas de seguridad a los trabajadores que ingresan a la planta.

Ilustración 35: Medidas de seguridad para el área piloto

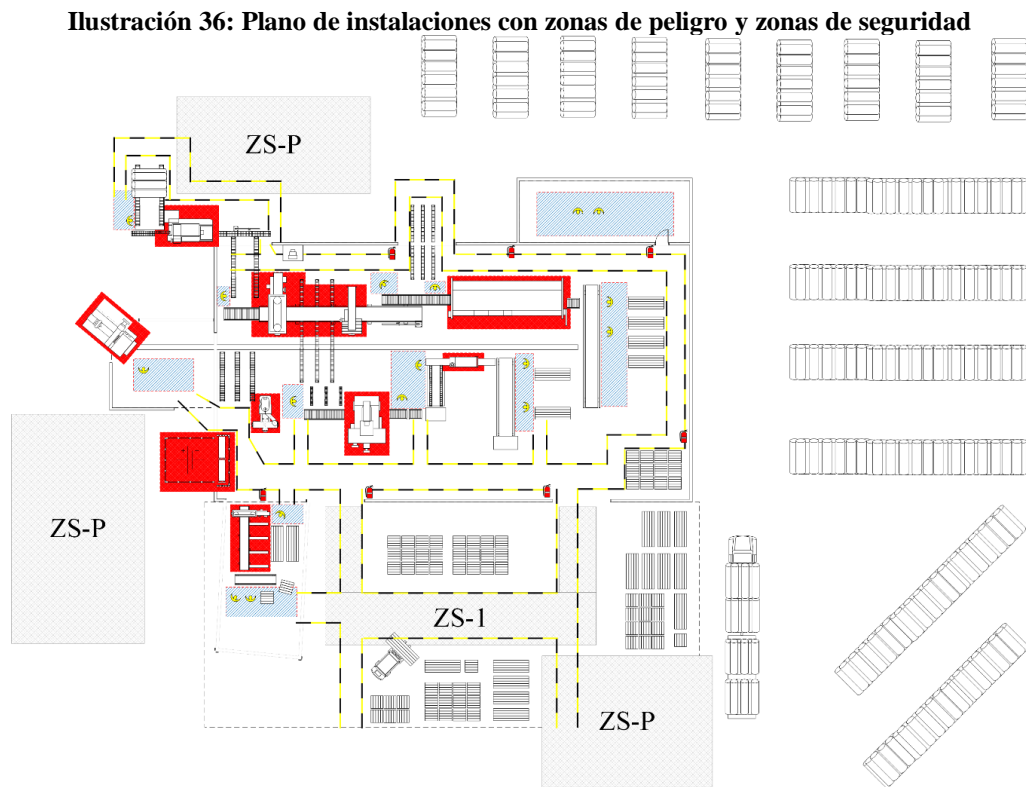


Fuente: Elaboración propia

La segunda medida establece alcanzar condiciones más seguras para los operadores, por lo tanto, en este ítem se considera el diseño de “zonas de muerte”, representadas con un cuadro rojo en el plano de instalaciones. Claramente se identifica a cada una de las máquinas presentes en el aserradero, pero no deja de ser menor que el punto donde cual se transforma la energía eléctrica proveniente del tendido público, es un lugar de alto peligro por el riesgo de electrocución. Entonces también se considera como un área de muerte si se interviene sin los resguardos necesarios.

Además de las zonas de peligro, se han demarcado las zonas de seguridad en caso de emergencia. En la imagen a continuación, se puede visualizar la zona ZS-1 correspondiente a la zona de seguridad preventiva puesto que está diseñada para cuando la emergencia no representa algún riesgo inminente al momento o al poco tiempo de ocurrido el hecho. Si la emergencia se transforma de alto peligro como por ejemplo un terremoto de gran magnitud,

los trabajadores deben acercarse a las zonas de seguridad permanentes (ZS-P) ya que son sectores lejanos a los peligros de derrumbes pues en el patio de almacenamiento, se guardan paquetes de madera dimensionada listas para enviar el cliente.



Fuente: Elaboración propia

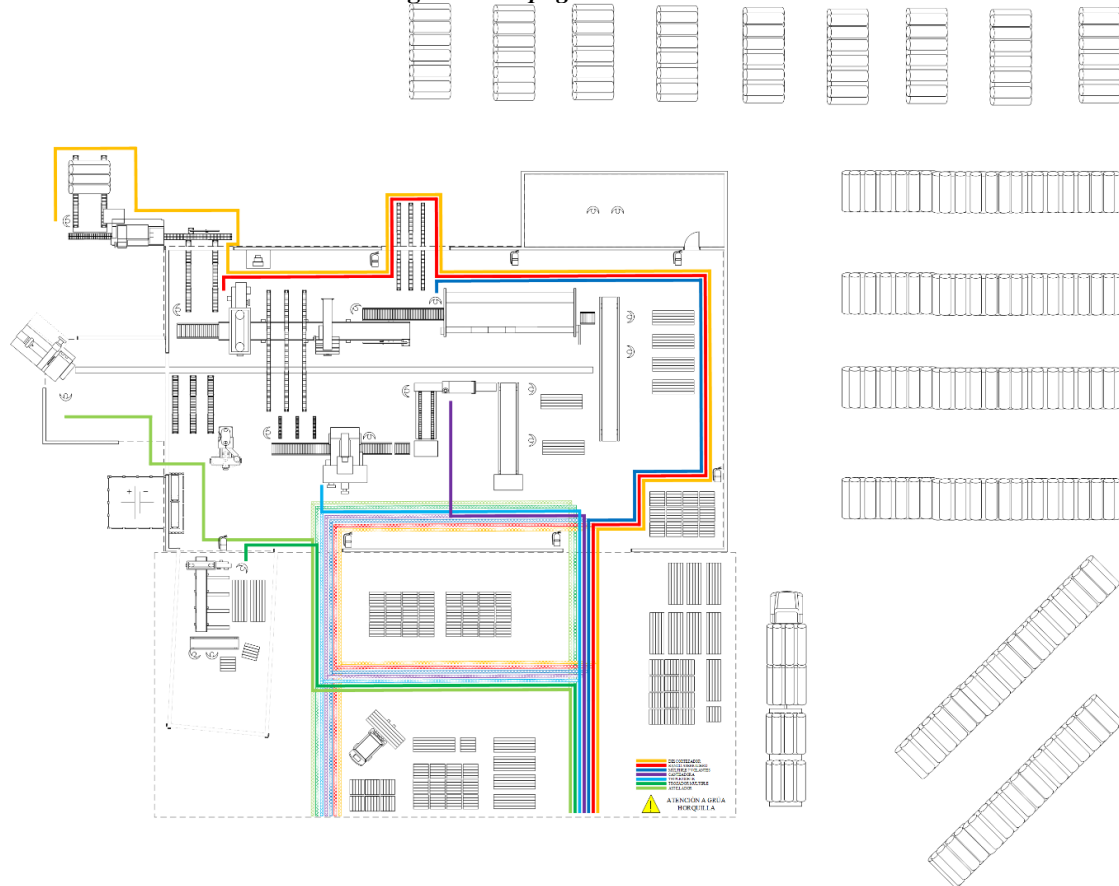
Como ya se mencionó, de la encuesta de percepción de TPM con respecto a la temática de seguridad y entorno, se rescató la sugerencia de diseñar un plano de instalaciones en formato de *spaghetti* para que toda persona, principalmente los visitantes externos, sepan cómo arriban a cada área de trabajo de la planta.

Con la finalidad de crear condiciones mínimas de salud con que la empresa de seguridad a sus empleados, se desarrolla un conjunto de actividades relacionadas para que se apliquen en caso de ser requeridas:

- Evaluaciones médicas periódicas.
- Investigación y seguimiento de enfermedades profesionales.
- Primeros auxilios con cobertura a accidentes laborales y en tránsito al trabajo.

- Botiquín de primeros auxilios, los cuales se dispondrán de tres. Uno en la oficina administrativa, otro en la bodega de los EPP y otro en el casino de alimentación.

Ilustración 37: Diagrama de spaghetti Industrial Madeex S.A.



Fuente: Elaboración propia

Por último, con la finalidad de proteger y resguardar la salud de las personas, se ha diseñado un conjunto de letreros para disponerlos en lugares estratégicos del recinto de la empresa para promover el autocuidado de los trabajadores. Para lograr este objetivo, se han incluido mensajes directos para causar sensibilidad entre el recurso humano de la organización y evitar que las personas tomen riesgos innecesarios.

Ilustración 38: Carteles para promover el autocuidado al interior del recinto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Resumen de actividad propuestas para seguridad y entorno

| Temática | Objetivo | Actual | Plan de Acción |
|--|---|---|---|
| 1. Planificar las medidas de seguridad y entorno | Organizar las actividades para hacer promover la seguridad dentro del área piloto y las zonas circundantes | Actualmente no se planifican formalmente actividades al respecto, pero si se dispone de la voluntad de mantener a las personas con su implementos si así lo requieren | Establecer una serie de medidas y elementos que brinden satisfacción en cuanto a seguridad en los trabajadores |
| 2. Constituir un conjunto de medidas de seguridad | Identificar los problemas más probables de ocurrencia para generar un elemento visual que permita tener conciencia de los accidentes posibles | El recinto carece de carteles o letreros que recuerden las medidas de seguridad. Existen algunos que facilita la Mutual de Seguridad, pero con el tiempo se pierden | Crear y diseñar un cartel con los riesgos más probables del aserradero con sus respectiva medida de control para instalar en lugares visibles del área piloto |

| | | | |
|--|---|---|---|
| <p>3. Establecer condiciones de salud mínimas</p> | <p>Cuidar y resguardar la salud de las personas</p> | <p>Todos los trabajadores tienen acceso a EPP que resguarden sus condiciones de salud ante los peligros de ruidos fuertes y contaminación</p> | <p>Realizar un listado de condiciones de salud para que sean determinadas como políticas de la empresa para resguardar el bienestar de su personal</p> |
| <p>4. Determinación de zonas de peligro y seguridad</p> | <p>Fijar zonas de tránsito de peatones, peligro y zonas de resguardo ante emergencias</p> | <p>Hay zonas demarcadas para el tránsito de personas, pero su condición es mínima pues la pintura se ha ido perdiendo con el tiempo</p> | <p>Diseñar a partir del plano de instalaciones, zonas que denotan el peligro, zonas para la seguridad ante sucesos inesperados y la habilitación de pasillos para el tránsito de peatones</p> |
| <p>5. Creación de instancias para promover el autocuidado</p> | <p>Instituir un conjunto de mensajes directos para que las personas tomen conciencia de los riesgos presentes en la empresa</p> | <p>No existen mensajes disponibles con estas características en la planta</p> | <p>Diseñar letreros con frases que sensibilizan el cuidado de las personas y las susciten a auto protegerse</p> |
| <p>6. Charlas de seguridad</p> | <p>Recordar diariamente las medidas de seguridad a los comienzos de cada turno</p> | <p>No se realiza esta actividad</p> | <p>Tomar 15 minutos para reunir al persona al comienzo de la jornada diaria recordar las precauciones que deber considerar para trabajar en un aserradero</p> |

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN DE IMPACTO ECONÓMICO

En este capítulo se muestra la valorización del impacto económico del proyecto de mejoramiento para la propuesta de diseño de un plan de implementación para el aserradero de la empresa Industrial Madeex S.A.

6.1 Impacto económico

En este capítulo se determina el impacto económico del proyecto de mejoramiento que propone dar solución a la actual problemática identificada en Industrial Madeex S.A. Con este procedimiento es posible identificar distintos aspectos asociados a la eventual ejecución del proyecto ya que se entregaría información relevante para que las personas interesadas, hagan la respectiva toma las decisiones de implementar el plan y las propuestas dados los beneficios que se esperan obtener.

El proceso de evaluación se concreta a partir de los antecedentes desarrollados en los capítulos anteriores, donde se recogen y consideran diferentes elementos importantes para realizar la valorización del costo-beneficio de las actividades propuestas.

La metodología comienza con la determinación de costos que involucran el diseño del propio plan de implementación adaptado a las necesidades de la empresa y como información adicional, se considera entregar el costo de inversión de un sistema de gestión que contempla la implementación de las herramientas de TPM y 5S bajo la tutela de una empresa externa que se dedica al rubro de asesorías profesionales para así disponer de una relación de costos y poder valorizar el impacto económico del presente proyecto de diseño.

6.2 Costos del diseño del plan de implementación

El costo del diseño del plan de implementación para mejorar los procesos productivos del aserradero a través de 5S y TPM viene dado por el recurso humano utilizados en su elaboración. La unidad de medida utilizada es de pesos/hora ya que se tiene conocimiento del total de horas de presencia física en las instalaciones de la empresa en donde se confeccionaba el informe del proyecto de mejoramiento y en donde, además se incluyen los costos referentes a alimentación y transporte. El diseño del plan de implementación fue creado exclusivamente por la propuesta del alumno tesista, por lo tanto, no se consideran costos adicionales respecto a la asesoría de algún otro profesional del área de desarrollo del proyecto en cuestión, pero si se considerarán más adelante el costo del sueldo que se les paga a los trabajadores según la necesidad de su presencia para poder llevar a cabo las actividades propuestas en este documento y de la alta gerencia pues se involucra en las actividades.

Tabla 35: Costo para el diseño del plan de implementación

| Cargo | Costo por hora | Tiempo dedicado | Funciones | Costo Total |
|-----------|----------------|-----------------|-----------------------------------|------------------|
| Memorista | \$1.739 | 488 horas | Diseñar el plan de implementación | \$848.632 |

Fuente: Elaboración propia

Para poder costear con una mayor cercanía posible a la realidad, en la tabla a continuación se pueden visualizar una serie de costos que involucran a un conjunto de materiales necesarios para desarrollar el plan de implementación elaborado en este proyecto de mejoramiento. Estos valores son respectivos a elementos que permitirán confeccionar, por ejemplo, carteles, planillas, realizar demarcaciones, etc. Sí bien para el diseño se ha considerado la propuesta de actividades para un área piloto, se planea que la inversión en materiales se concrete de una vez pues sería muy útil pensar en incorporar a toda la planta en la propuesta de esta nueva cultura organizacional.

Tabla 36: Presupuesto 5S

| Etapa | Elemento | Cantidad | Costo unitario (\$) | Total (\$) |
|--------------|--------------------------------|----------|---------------------|-------------------|
| 1S | Cartel 5S | 5 | 5.000 | 50.000 |
| | Impresiones a color | 45 | 250 | 11.250 |
| | Cartel beneficios 1S | 1 | 5.000 | 5.000 |
| | Termo laminado | 9 | 2.500 | 22.500 |
| 2S | Pintura demarcación de puestos | 3 | 17.190 | 51.570 |
| | Cartel beneficios 2S | 1 | 5.000 | 5.000 |
| | Cinta adhesiva | 10 | 1.990 | 19.990 |
| 3S | Brochas para limpieza | 12 | 3.490 | 41.880 |
| | Cartel beneficios 3S | 1 | 5.000 | 5.000 |
| | Escobillón 80cm. grueso | 6 | 11.990 | 71.940 |
| 5S | Cartel 5S | 3 | 6.500 | 19.500 |
| TOTAL | | | | \$ 303.230 |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

Aparte de los materiales necesarios para desarrollar resultados tangibles de la propuesta de este proyecto, se deben considerar los costos asociados a los sueldos del personal necesario para desarrollar el plan de implementación tanto para las actividades de 5S y de TPM. Las personas incluidas van desde la alta gerencia hasta los trabajadores del área piloto pues se requiere de su presencia para llevar a cabo las propuestas.

Para poder presentar de mejor forma la información de costos, se contempla entregar una tabla con respecto a las capacitaciones del área piloto para poder entregar los conocimientos requeridos de ambas herramientas junto a otra información relevante y una tabla que considere ya el tiempo que se debería destinar para ejecutar las actividades de ambas herramientas para el periodo de introducción y marcha blanca de la propuesta.

Tabla 37: Costo del recurso humano capacitaciones

| Cargo | Costo por hora (\$) | Cantidad | Tiempo dedicación (horas) | Costo Total (\$) |
|----------------------------|---------------------|----------|---------------------------|------------------|
| Gerente General | 5.035 | 1 | 9,5 | 47.833 |
| Gerente Comercial | 4.120 | 1 | 9,5 | 39.140 |
| Administrador aserradero | 3.755 | 1 | 11 | 41.305 |
| Supervisor Operaciones | 2.750 | 1 | 12 | 33.000 |
| Operador banco aserradero | 2.110 | 1 | 12 | 25.320 |
| Personal taller mantención | 2.370 | 2 | 12 | 28.440 |
| Ayudante banco aserradero | 1.930 | 1 | 12 | 23.160 |
| TOTAL | | | | \$238.198 |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

En el siguiente cuadro se pueden apreciar los costos relacionados a la eventual implementación del plan de implementación para mejorar los procesos productivos de Industrial Madeex S.A., considerando un área piloto compuesta por la máquina del banco aserradero y el taller de mantención. Igualmente se considera la integración de los costos del personal administrativo de la empresa pues para la implementación de 5S y sobre todo en TPM, la alta gerencia debe ser el rostro visible y guiador de las actividades pues son quienes

realizan gestión total de la compañía. Además, entregaría un mensaje claro y evidente que la organización está comprometida con las mejoras que se proponen en este proyecto.

| Cargo | Costo por hora (\$) | Cantidad | Tiempo dedicación (horas) | Costo Total (\$) |
|----------------------------|---------------------|----------|---------------------------|------------------|
| Gerente General | 5.035 | 1 | 25 | 125.875 |
| Gerente Comercial | 4.120 | 1 | 20 | 82.400 |
| Administrador aserradero | 3.755 | 1 | 25 | 75.100 |
| Supervisor Operaciones | 2.750 | 1 | 35 | 96.250 |
| Operador banco aserradero | 2.110 | 1 | 35 | 73.850 |
| Personal taller mantención | 2.370 | 2 | 35 | 82.950 |
| Ayudante banco aserradero | 1.930 | 1 | 35 | 67.550 |
| TOTAL | | | | \$603.975 |

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa

Sumando los costos mencionados en esta sección el total del costo del proyecto de mejoramiento para solucionar la problemática de la empresa en cuanto a reducir las detenciones por averías a través de propuestas en mantenimiento, utilizando la teoría de las herramientas de la ideología lean manufacturing de 5S y TPM haciende a \$1.994.035.

6.3 Costeo de la implementación de TPM y 5S por una empresa externa

Con la finalidad de entregar una contrapropuesta económica a lo desarrollado por el alumno memorista creador del presente proyecto, es que se ha solicitado un presupuesto a una empresa asesora en la temática en que se ha desarrollado el presente documento. El propósito es poder ejemplificar una propuesta realizada por un estudiante aspirante el título de Ingeniero Civil Industrial y también tener la información de una empresa con años de experiencia en el rubro y que posee un equipo totalmente capacitado para establecer un diagnóstico de la situación actual de una empresa que solicita el servicio y que es completamente competente para elaborar toda una propuesta de trabajo para lograr el éxito de una implementación en base a TPM y 5S.

“B2Exc es una empresa con vasta experiencia en la optimización de negocios utilizando herramientas *Lean manufacturing, Lean Construction, TPM, 5 S, Cost efficiency*, entre otras. Todas metodologías actualmente utilizadas por empresas de clase mundial”. Ellos declaran que su “método de trabajo está basado en la necesidad del cliente para alcanzar los objetivos de rentabilidad del negocio. Para ello realizan evaluaciones del estado inicial de la organización aplicando herramientas y metodologías de seguimiento para resolver todas las oportunidades de mejora detectadas” (B2exc, s.f.).

Mediante *emails* se ha logrado el contacto con el señor Adrián Rivero, socio y director de la compañía el cuál ha enviado un presupuesto para la asesoría profesional considerando la implementación de 5S y TPM en Industrial Madeex S.A., la cual es de 877UF (\$25.156.745 con valor de la Unidad de Fomento en la página del Servicio de Impuestos Internos al 28 de abril de \$28.685) y se encuentra disponible en el Anexo 17.

La propuesta profesional considera realizar introducción a la cultura de 5S en las jefaturas con una duración de 8 horas, introducción a la cultura de 5S para los operarios de 8 horas también, diagnóstico de la situación actual de la empresa y el plan de implementación resultante de la evaluación inicial, 20 días de acompañamiento y de visitas en terreno e informes y reuniones de seguimiento.

CONCLUSIONES

Tras la realización del presente proyecto de aplicación en la busca de mejorar los procesos productivos de Industrial Madeex S.A. se obtiene un conjunto de conclusiones que se presentarán a continuación.

Queda en evidencia que se pueden crear grandes instancias y oportunidades para obtener un cambio organizacional y cultural dentro un grupo de trabajadores pues potenciarían enormemente sus capacidades para administrar y para otros, mejorarían las condiciones donde diariamente deben desempeñar sus funciones laborales. También queda en evidencia que el mantenimiento es sumamente importante en las industrias que ejercen producción a través de maquinarias porque dependen netamente de ellas para poder obtener su producto final.

Luego de este párrafo de contextualización, se procede a realizar conclusiones de las actividades e hitos del presente informe. En cuando al diagnóstico, se puede concluir que fue el adecuado pues entregó una sólida base para poder dimensionar las características actuales de la empresa en estudio, lo que por consecuencia permitió definir la problemática que más dificultaba al correcto funcionamiento de la empresa ya que por comunicación directa con la administración del aserradero, el inconveniente de las averías de las máquinas afectaba directamente al desempeño de las mismas, tomando como unidad de medida el tiempo disponible para elaborar metros cúbicos de madera dimensionada. Destacar la realización de la auditoría SIGA en este apartado pues entregó, según los criterios que posee este examen, identificar las áreas más bajas que podrían ser el origen a la problemática identificada, permitiendo posteriormente encaminar las actividades hacia los lineamientos de las diversas propuestas expuestas en este proyecto.

En cuanto a las primeras actividades desarrolladas para la empresa, se destaca la elaboración del diagrama de procedimientos y un plano de las instalaciones pues son elementos básicos para poder mostrar visualmente la empresa y sus procesos al mundo exterior. Si bien son elementos sencillos de realizar según el aprendizaje y conocimiento

adquiridos en estos años de estudio de la carrera de Ingeniería Civil Industrial, permite a Industrial Madeex S.A. tener dos elementos tangibles que son importantes en la documentación de las actividades de la compañía.

En el contexto de la fundamentación del diseño del plan de implementación, esta sección cobra relevancia porque permitió indagar profundamente en los procesos productivos y sus problemas a través de gráficos y un análisis exhaustivo a cada máquina. Este capítulo tardo tiempo en concretarse pues para solo tener un base de datos de tres semanas de estudio, había mucha información por complementar con la observación visual y la comprensión propia del proceso productivo. La actividad involucró mucho tiempo en conversar y generar relaciones con los operarios para que ellos terminaran confiando en el memorista, que le contaran de los orígenes reales de los problemas de las máquinas ya que ellos llevan muchos años trabajando con ellas. En un comienzo las charlas eran más bien cerradas y precisas pues los trabajadores del aserradero pensaron en que llegaba un joven a reemplazar al actual supervisor, por lo tanto, en la posibilidad de la hipotética presencia de un nuevo jefe, los comentarios no eran tan fluidos.

En el contexto del plan de implementación, se concluye que las herramientas de 5S y TPM seleccionadas a través de la matriz doble fueron las adecuadas porque permitió eliminar la subjetividad en la elección y facultó la teoría metodológica para dar una solución a la problemática planteada. Se identificó que el origen de las detenciones de las máquinas del aserradero provenía de la falta de mantenimiento porque solo se generaban las instancias para corregir que, en gran proyección, iban a mantener el *statu quo* de la capacidad productiva de la planta. El día de mañana podría reemplazarse una máquina, cualquiera, de mejor rendimiento, con mayor velocidad, etc., pero si no se cambia la forma de pensar y si no se adopta una cultura organizacional distinta, Industrial Madeex S.A. continuará presentando problemas en la eficiencia productiva.

Considerando el plan de implementación de 5S, se puede observar que, con los tres primeros conceptos de acción de la herramienta, se pueden lograr grandes cambios en la calidad de los espacios de trabajo. Quizás los operadores se olviden de utilizar el manual estandarizado que les dice cómo deben limpiar y ordenar, pero si la repetición de las

actividades genera una habitud en los miembros de la empresa, ya se habrá alcanzado el éxito considerando el accionar y disposición actual de la administración de escatimar en inversiones que ayuden a mejorar los procesos productivos y las condiciones laborales de las personas que allí trabajan. También hay que ser realistas al pensar que es poco probable poder reducir a cero la suciedad y los desperdicios porque debido a la misma actividad, la acumulación de aserrín y trozos de madera por el suelo de la planta suele suceder, pero lo que debería pasar es buscar soluciones eficientes y efectivas para poder, por ejemplo, extraer con otro sistema el aserrín desde el interior de la planta porque igualmente este producto es de interés ya que se comercializa a clientes externos.

Considerando el diseño de los pilares de TPM incluidos en el diseño del plan de implementación, se concluye que, para lograr el éxito de una posible puesta en marcha de las propuestas TPM, se sugiere seguir los siguientes pasos:

- Sensibilizar de forma adecuada a los altos cargos de la organización. Se recomienda visitar la bibliografía respectiva, información que trate los orígenes de TPM, sus beneficios, sus consideraciones, etc. Revisar casos de aplicación en otras industrias y de mayor preponderancia, en las relacionadas a la industria de la madera.
- Estructurar adecuadamente los pilares a aplicar de la herramienta de TPM.
- Capacitar adecuadamente a los responsables, lo que quiere decir al supervisor de operaciones del aserradero y a la alta gerencia.
- Realizar un seguimiento apropiado para el plan.
- Hacer que todas las personas, operarios y alta gerencia, ejerzan TPM como una cotidianidad y no como una actividad que deben cumplir por obligación.

En cuanto a la evaluación de impactos económicos, se puede visualizar claramente que, con una menor inversión en comparación a una asesoría profesional, se pueden generar grandes cambios en una organización. Es claro que una entidad con experiencia en el rubro, puede generar mayores posibilidades de éxito en la implementación de 5S y TPM pues tiene años de realizar proyectos de mejoramiento en diferentes empresas, donde incluso dan garantía de su trabajo porque cuentan con un equipo experto en la realización de su labor, pero con una

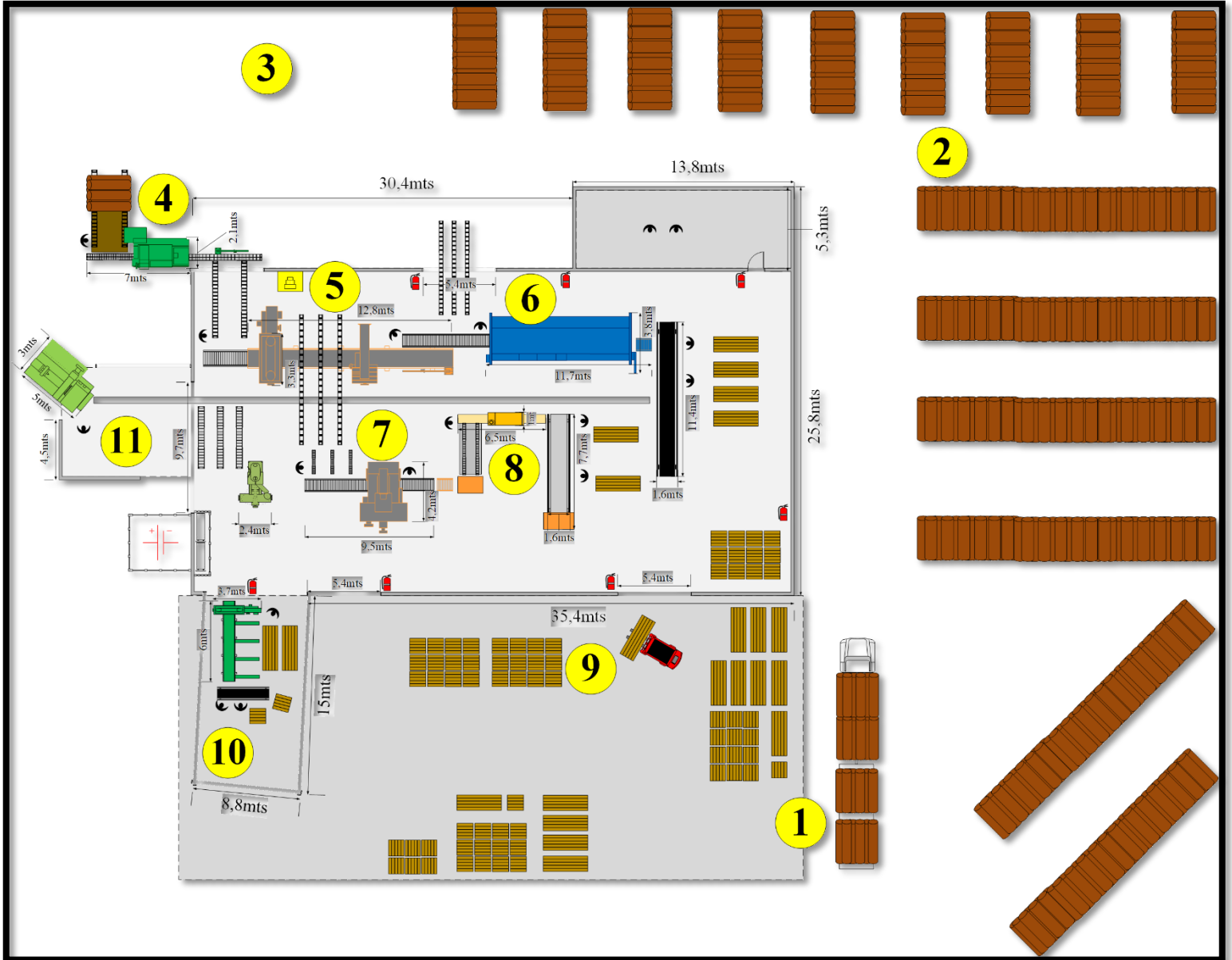
pequeña propuesta, se puede dar a conocer de dos grandes herramientas originadas en los años 60' en Japón que ya han sido aplicadas en demasiadas empresas y son conocidísimos los casos de éxito.

Dentro de las dificultades que tuvo la realización del proyecto de mejoramiento fue que estuvo contextualizado en medio de un estallido social producido en el mes de octubre de 2019, en el cual la sociedad chilena salió a las calles a protestar para reclamar por años de injusticia. Debido a las mismas marchas, el transporte público para acceder a las instalaciones de la empresa no era seguro ya que el riesgo era inminente. También se pensaba que, al producir con un producto combustible como la madera, en cualquier momento de protesta se acercaría un grupo de personas a iniciar un incendio en la planta para genera un caos o los días que se convocaba a un paro nacional, gente iría a reclamar del porqué los trabajadores de Industrial Madeex S.A. seguían desempeñando sus funciones. No deja de ser menor que también hubo instancias en que por cosas de horas, el transporte público que cotidianamente se utilizaba, en una ocasión sufrió apedreadas por personas desconocidas en la Ruta 5 Sur porque ese día se hizo el llamado que ninguna locomoción funcionara para impedir que los trabajadores llegaran a sus puestos.

Otro problema no menos importante, fue la declaración de la pandemia por la Organización Mundial de la Salud el 11 de marzo a través de la propagación mundial de un virus que afecta al sistema respiratorio de las personas, lo que involucró que la finalización de este informe se haya llevado a cabo de forma remota.

ANEXOS

Anexo 1: Layout completo de Industrial Madeex S.A.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Auditoría SIGA primer criterio

| CRITERIO 1: LIDERAZGO DE LA GERENCIA/DIRECCIÓN | Nunca 0 | Más de una vez y de la misma forma 1 | Siempre y de manera sistemática 2 | Se ha evaluado para mejorar 3 |
|---|------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1.1. La Gerencia/Dirección revisa y actualiza la misión de la empresa/organización, es decir, la necesidad que satisface y su mercado. | | X | | |
| 1.2. La Gerencia/Dirección revisa y actualiza la visión de la empresa/organización, es decir, lo que quiere llegar a ser en unos años más. | | X | | |
| 1.3. La Gerencia/Dirección comunica al personal la misión, visión y los valores de la empresa/organización. | X | | | |
| 1.4. La Gerencia/Dirección comunica al personal las metas de la empresa/organización, para que las conozcan y colaboren en alcanzarlas. | | X | | |
| 1.5. La Gerencia/Dirección ayuda al personal a tener más iniciativa, de forma individual y colectiva. | | X | | |
| 1.6. La Gerencia/Dirección apoya al personal para que aprenda y mejore su desempeño. | | X | | |
| 1.7. La Gerencia/Dirección estimula al personal reconociéndole por lo que hace (en forma individual y/o grupal) y acoge sus sugerencias para el mejoramiento. | X | | | |
| 1.8. La Gerencia/Dirección revisa el desempeño financiero y comercial. | | | X | |
| 1.9. La Gerencia/Dirección revisa opciones de mejora de los procesos y productos de servicio. | | X | | |
| SUBTOTAL | 0 | 6 | 2 | 0 |
| PUNTAJE TOTAL CRITERIO 1 | | | | 8 |

Fuente: Auditoría SIGA

Anexo 3: Auditoría SIGA segundo criterio

| CRITERIO 2: CLIENTES | Nunca 0 | Más de una vez y de la misma forma 1 | Siempre y de manera sistemática 2 | Se ha evaluado para mejorar 3 |
|--|------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| 2.1. Se tiene claro, revisa y actualiza la información de los clientes más importantes de la empresa/organización, especialmente aquella relativa a cuáles son sus requerimientos. | | X | | |
| 2.2. Se comunica al personal correspondiente, de manera oportuna, las necesidades y/o reclamos de los clientes. | | | X | |
| 2.3. Se aplican procedimientos para conocer la opinión de los clientes. | | X | | |
| 2.4. se usa dicha información para mejorar la atención de los clientes. | | X | | |
| 2.5. Se registra esa información y se observa la evolución de resultados de satisfacción de clientes. | X | | | |
| 2.6. Se realizan acciones para incrementar la fidelidad de los clientes. | X | | | |
| 2.7. Se mejoran los procesos, a partir de lo que opina el cliente. | | X | | |
| SUBTOTAL | 0 | 4 | 2 | 0 |
| PUNTAJE TOTAL CRITERIO 2 | | | | 6 |

Fuente: Auditoría SIGA

Anexo 4: Auditoría SIGA tercer criterio

| CRITERIO 3: PERSONAS | Nunca 0 | Más de una vez y de la misma forma 1 | Siempre y de manera sistemática 2 | Se ha evaluado para mejorar 3 |
|--|------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| 3.1. Se definen y comunican las funciones y responsabilidades de todo el personal. | | | | X |
| 3.2. Se asignan metas al personal en relación a las metas de la empresa/organización. | | | | X |
| 3.3. Se evalúa el desempeño del personal. | | X | | |
| 3.4. Se definen las competencias y habilidades requeridas del personal. | | | X | |
| 3.5. Se diseña y ejecuta un plan anual de capacitación del personal. | X | | | |
| 3.6. Se aplican procedimientos para conocer la satisfacción del personal. | X | | | |
| 3.7. Se motiva al personal y a sus organizaciones para que se involucren presentando sugerencias de mejoras y/o soluciones frente a problemas. | X | | | |
| 3.8. Las personas que tienen gente a su cargo motivan su participación. | X | | | |
| 3.9. Se aplican procedimientos para prevenir riesgos sobre la salud del personal, cumpliendo con las obligaciones legales. | | | X | |
| SUBTOTAL | 0 | 1 | 4 | 6 |
| PUNTAJE TOTAL CRITERIO 3 | | | | 11 |

Fuente: Auditoría SIGA

Anexo 5: Auditoría SIGA cuarto criterio

| CRITERIO 4: PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA | Nunca 0 | Más de una vez y de la misma forma 1 | Siempre y de manera sistemática 2 | Se ha evaluado para mejorar 3 |
|--|------------|---|--|--|
| 4.1. Se analizan las oportunidades del mercado y las capacidades de la empresa/organización para planificar. | | X | | |
| 4.2. Se planifica la estrategia que tomará la empresa/organización en el mercado y se definen metas. | | X | | |
| 4.3. Se generan planes de acción incorporando a los responsables, costos y plazos, para lograr las metas. | | X | | |
| 4.4. Se miden los resultados para evaluar el cumplimiento de los planes. | | | X | |
| SUBTOTAL | 0 | 3 | 2 | 0 |
| PUNTAJE TOTAL CRITERIO 4 | | | | 5 |

Fuente: Auditoría SIGA

Anexo 6: Auditoría SIGA quinto criterio

| CRITERIO 5: GESTIÓN DE PROCESOS | Nunca 0 | Más de una vez y de la misma forma 1 | Siempre y de manera sistemática 2 | Se ha evaluado para mejorar 3 |
|--|------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| 5.1. Los procesos de producción y entrega se realizan según procedimientos estándares documentados. | X | | | |
| 5.2. Se vigila el funcionamiento diario de los procesos de producción y entrega, para identificar y resolver problemas. | | X | | |
| 5.3. Se vigila el funcionamiento de los procesos de manejo de información, finanzas, contabilidad, mantención, investigación, administración, ventas y marketing, para identificar y resolver problemas. | | X | | |
| 5.4. se obtienen y analizan datos de los procesos para mejorarlos. | | X | | |
| 5.5. Se aplican procedimientos definidos para diseñar un nuevo producto o servicio, que incluyen ensayos y coordinación con proveedores. | X | | | |
| 5.6. Se utilizan criterios definidos para seleccionar y evaluar a los proveedores y subcontratistas. | | | X | |
| 5.7. Se informa a los proveedores y subcontratistas el resultado de su evaluación. | | X | | |
| SUBTOTAL | 0 | 4 | 2 | 0 |
| PUNTAJE TOTAL CRITERIO 5 | | | | 6 |

Fuente: Auditoría SIGA

Anexo 7: Auditoría SIGA sexto criterio

| CRITERIO 6: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN | Nunca 0 | Más de una vez y de la misma forma 1 | Siempre y de manera sistemática 2 | Se ha evaluado para mejorar 3 |
|--|------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| 6.1. Se obtienen datos de los resultados contables del negocio. | | X | | |
| 6.2. Se obtienen datos de resultados financieros y comerciales del negocio. | | X | | |
| 6.3. se hacen reuniones de análisis de datos para tomar decisiones y compromisos y se registran los acuerdos de ellas (actas). | | X | | |
| 6.4. Se usa ese análisis para planificar. | | X | | |
| 6.5. Se comunica al personal involucrado la información de los resultados de la empresa/organización. | | | X | |
| SUBTOTAL | 0 | 4 | 2 | 0 |
| PUNTAJE TOTAL CRITERIO 6 | | | | 6 |

Fuente: Auditoría SIGA

Anexo 8: Auditoría SIGA séptimo criterio

| CRITERIO 7: RESPONSABILIDAD SOCIAL | Nunca 0 | Más de una vez y de la misma forma 1 | Siempre y de manera sistemática 2 | Se ha evaluado para mejorar 3 |
|---|------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| 7.1. Se toman acciones para reducir los efectos negativos de los procesos de la empresa/organización sobre el medio ambiente. | | X | | |
| 7.2. El personal, incluyendo la Gerencia/Dirección, participa en actividades de apoyo a la comunidad. | | X | | |
| 7.3. La empresa/organización apoya en forma directa instituciones de beneficencia u otras de bien público. | X | | | |
| SUBTOTAL | 0 | 2 | 0 | 0 |
| PUNTAJE TOTAL CRITERIO 7 | | | | 2 |

Fuente: Auditoría SIGA







Anexo 9: Auditoría SIGA octavo criterio

| CRITERIO 8: RESULTADOS | No existen datos 0 | La mitad de indicadores tiene datos 1 | Todos los indicadores tienen datos 2 | Tendencias positivas los últimos tres años 3 |
|---|-----------------------|--|---|---|
| 8.1. La empresa/organización tiene indicadores para medir sus resultados en la satisfacción de los clientes. | | X | | |
| 8.2. La empresa/organización tiene indicadores para medir sus resultados operacionales y financiero de negocio. | X | | | |
| 8.3. La empresa/organización tiene indicadores para medir resultados del cumplimiento de sus planes de acción. | | X | | |
| 8.4. La empresa/organización tiene indicadores para medir sus resultados en responsabilidad social. | X | | | |
| 8.5. La empresa/organización tiene indicadores para medir sus resultados en la satisfacción de los empleados. | X | | | |
| 8.6. La empresa/organización tiene indicadores para medir sus resultados en la calidad de los proveedores. | | X | | |
| SUBTOTAL | 0 | 3 | 0 | 0 |
| PUNTAJE TOTAL CRITERIO 8 | | | | 3 |

Fuente: Auditoría SIGA

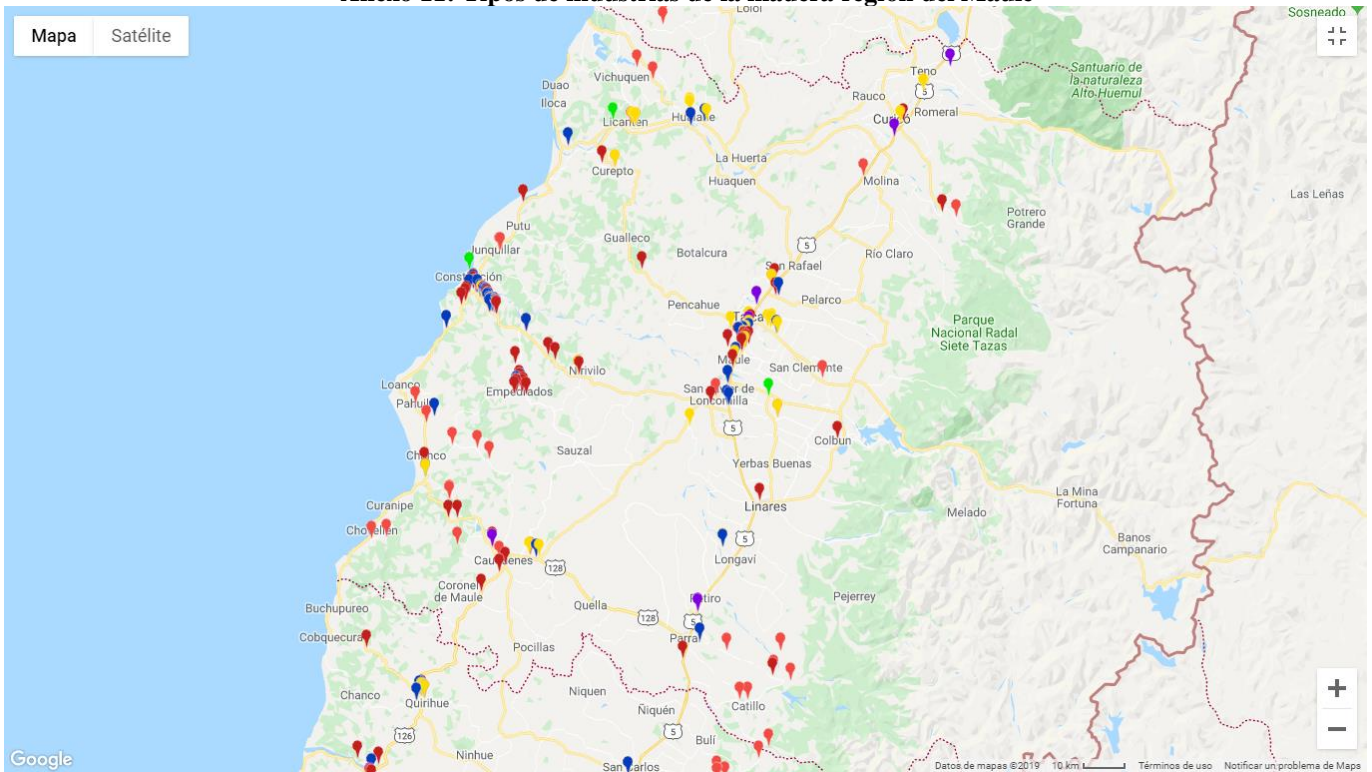
Anexo 10: Simbología tipo de industria sector madera

Tipo de Industria

-  Aserradero Permanente
-  Aserradero Móvil
-  Astillador
-  Tableros y Chapas
-  Polines y Postes
-  Pulpa y Papel

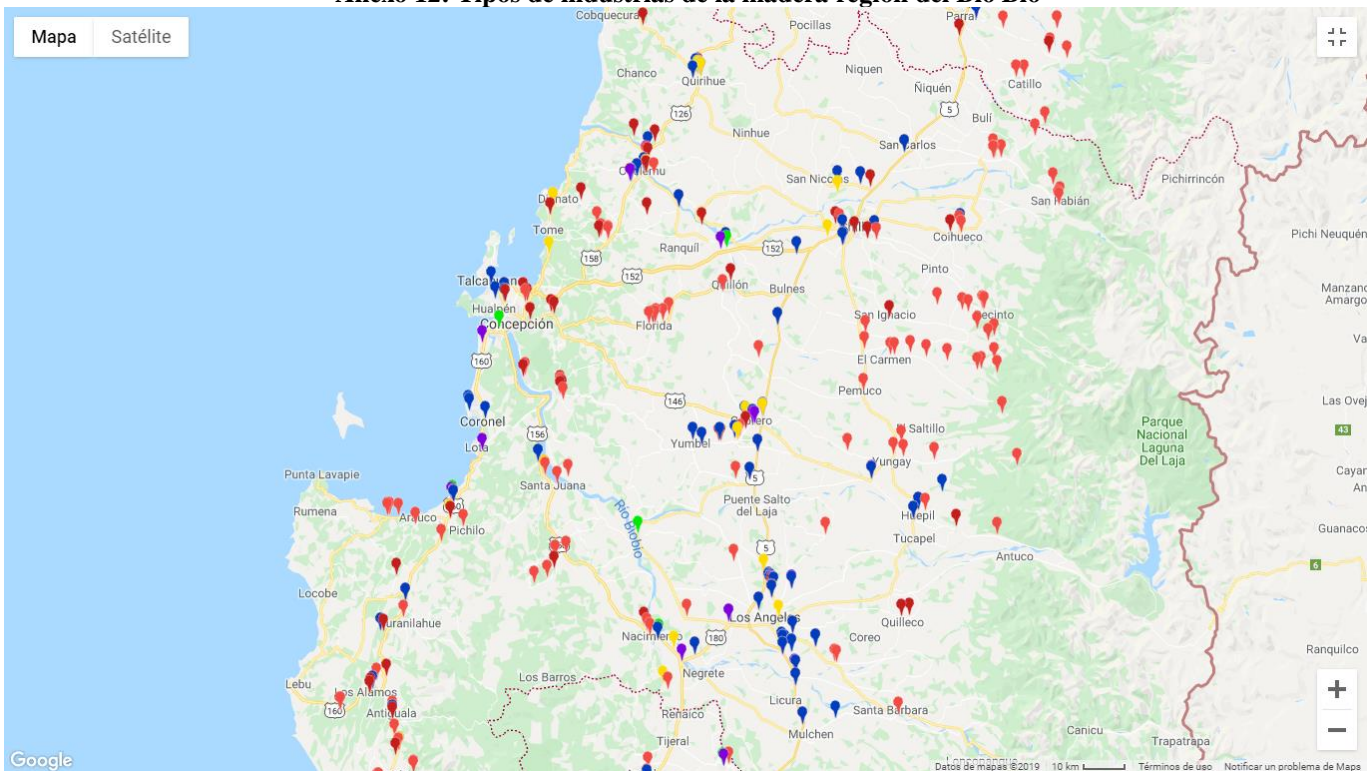
Fuente: (ODEPA, 2018)

Anexo 11: Tipos de industrias de la madera región del Maule



Fuente: (ODEPA, 2018)

Anexo 12: Tipos de industrias de la madera región del Bío Bío



Fuente: (ODEPA, 2018)

Anexo 13: Acta de reunión para método Delphi



ACTA DE REUNIÓN

| FECHA: 4 de Diciembre de 2019 | |
|--|---------------------------------------|
| EMPRESA: Industrial Madeex S.A. | |
| ASISTENTES DE LA REUNIÓN: | |
| -Luis Iván Bravo, taller de mantención. | |
| -Marcelo Valdés, taller de mantención. | |
| -Óscar Maureira, administrador aserradero. | |
| -Juan Rojas, Supervisor de Operaciones aserradero. | |
| -Pablo González, alumno tesista, Universidad de Talca. | |
| MINUTA DE LA REUNIÓN | |
| <p>-principales detenciones o problemas que afectan a cada máquina.</p> <p>-componentes esenciales, importantes, relevantes que cada una de las máquinas del aserradero debe tener un stock disponible de forma inmediata para su reemplazo rápido ya que involucra una detención grave.</p> <p>-sugerencias, ideas, avances, mejoras, etc. que involucren un beneficio para la empresa y su proceso productivo.</p> | |
| TEMAS TRATADOS | ACUERDOS |
| 1. Astillador | 1. cambio de cuchillos |
| 2. Descortezador | 2. falta MP |
| 3. Banco aserradero | 2. sistema interno rodamientos |
| 4. Múltiple 7 volantes | 3. Rotura eje |
| 5. Triple y Doble | 3. Cambio de bujías y medidas |
| 6. Canteador | 4. cambio de bujías y medidas |
| 7. Trozador múltiple | 4. Lamparas atornilladas. |
| Necesidad de Mantenimiento. | 5. Cambio de bujías. |
| Coordinación de los procesos y entidades | 6. Contactador quemado |
| | 7. Embalar paquetes |
| | 7. corte de cadena interna transporte |

+ Horas mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Encuesta percepción 5S

Encuesta diagnóstico inicial 5S / Número encuestados: 10

| Evaluación | | | | |
|------------|-----|---------|-------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Muy mal | Mal | Regular | Bueno | Muy bueno |

| Preguntas Seiri | | Suma |
|-----------------|--|-----------|
| 1 | ¿Cómo es el grado de clasificación de sus herramientas, materiales y equipos de su lugar de trabajo? | 23 |
| 2 | ¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario en su puesto de trabajo? | 25 |
| 3 | ¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo? | 32 |
| 4 | ¿Califica adecuado su lugar de trabajo para desempeñar sus funciones? | 26 |
| 5 | ¿Posee las herramientas necesarias para trabajar de forma adecuada diariamente? | 22 |
| TOTAL | | 128 / 250 |

| Preguntas Seiton | | Suma |
|------------------|--|-----------|
| 1 | ¿Encuentra sus herramientas cada vez que las necesita? | 34 |
| 2 | Cuando usted termina de usar una herramienta, ¿La devuelve a su lugar? | 30 |
| 3 | ¿Cómo califica el orden en su puesto de trabajo? | 26 |
| 4 | ¿Existe un lugar designado para dejar sus herramientas y materiales de trabajo? | 22 |
| 5 | ¿Normalmente se asigna unos minutos al inicio de la jornada para ordenar y revisar su puesto de trabajo? | 13 |
| TOTAL | | 125 / 250 |

| Preguntas Seiso | | Suma |
|-----------------|---|-----------|
| 1 | ¿Cómo califica la limpieza en su lugar de trabajo? | 19 |
| 2 | ¿Es adecuada la separación de residuos en su lugar de trabajo? | 26 |
| 3 | ¿Se limpia periódicamente su puesto de trabajo? | 34 |
| 4 | ¿Existe un acuerdo general administrativo para que todos tengan tiempo para limpiar diariamente? | 43 |
| 5 | ¿Cree que se realizan actividades exhaustivas con respecto a la limpieza de las áreas de trabajo? | 30 |
| TOTAL | | 152 / 250 |

| Preguntas Seiketsu | | Suma |
|--------------------|--|----------|
| 1 | ¿Existe señalética para ubicar las herramientas de trabajo? | 17 |
| 2 | ¿Existe una guía para realizar la clasificación, orden y limpieza de sus elementos y herramientas presentes en su puesto de trabajo? | 12 |
| 3 | ¿Está presenta una delimitación de las áreas de trabajo y de las maquinarias del aserradero? | 23 |
| 4 | ¿Existen señaléticas que sirvan de control visual para recordar que se debe clasificar, ordenar y limpiar los puestos de trabajo? | 13 |
| 5 | ¿Está establecido un listado estándar por área de trabajo de las herramientas necesarias por puesto? | 14 |
| TOTAL | | 79 / 250 |

| Preguntas Shitsuke | | Suma |
|--------------------|---|------|
| 1 | ¿Se realizan auditorías para controlar las actividades de orden y limpieza en la empresa? | 14 |

| | | |
|--------------|--|----------|
| 2 | ¿Existe una programación diaria, mensual o anual de las tareas de orden y limpieza? | 13 |
| 3 | ¿La administración participa en las propias actividades de acción como en las de monitoreo? | 22 |
| 4 | ¿Existe y se ve un compromiso de la alta gerencia con el orden y la limpieza de la planta? | 19 |
| 5 | ¿Puede identificar que exista un ambiente cultural de respeto por mantener todo en su lugar y que tenga una presentación limpia? | 28 |
| TOTAL | | 96 / 250 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Encuesta percepción pilares TPM

Encuesta diagnóstico inicial TPM / Número encuestados: 10

| Evaluación | | | | |
|------------|-----|---------|-------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Muy mal | Mal | Regular | Bueno | Muy bueno |

| Preguntas mejora enfocada | | Suma |
|----------------------------------|--|-----------|
| 1 | ¿Las áreas de producción están separadas por algún criterio? | 32 |
| 2 | ¿Se realiza un análisis de la efectividad de los procesos y de los equipos? | 18 |
| 3 | ¿Se cuenta con indicadores de producción para saber qué mejorar? | 21 |
| 4 | ¿Se realizan mejoras a los procesos productivos cada cierto tiempo? | 29 |
| 5 | ¿Hay actividades enfocadas en la disminución del deterioro de las maquinarias? | 28 |
| TOTAL | | 128 / 250 |

| Preguntas mantenimiento autónomo | | Suma |
|---|--|----------|
| 1 | ¿Los operadores realizan mantención propia de sus equipos? | 17 |
| 2 | ¿Usted cree que existe una cultura en los trabajadores de empoderamiento con el cuidado de sus máquinas? | 14 |
| 3 | ¿Se limpia y lubrica adecuadamente los equipos de forma constante? | 23 |
| 4 | ¿Se revisan todos los equipos antes del comienzo de los turnos de trabajo? | 29 |
| 5 | ¿Existe algún programa de capacitación de lubricación y limpieza actualmente? | 11 |
| TOTAL | | 94 / 250 |

| Preguntas mantenimiento de la calidad | | Suma |
|--|--|-----------|
| 1 | ¿Se realizan inspecciones a la calidad del producto final? | 35 |
| 2 | ¿Se revisa la calidad del producto cuando va en el transcurso del proceso? | 26 |
| 3 | ¿Conoce el porcentaje de tolerancia para la aceptación del producto final? | 21 |
| 4 | ¿Se mide constantemente las dimensiones de las tablas para asegurar que las actividades de corte se estén haciendo bien? | 27 |
| 5 | ¿Existe un listado de las fallas y averías que perjudican la calidad del producto final? | 30 |
| TOTAL | | 139 / 250 |

| Preguntas mantenimiento planificado | | Suma |
|--|---|------|
| 1 | ¿La empresa cuenta con indicadores que midan el nivel del mantenimiento? | 22 |
| 2 | ¿Existe algún plan de mantenimiento definido? | 21 |
| 3 | ¿Se conoce el tiempo estipulado estándar de mantenimiento para cada equipo? | 14 |
| 4 | ¿Existen registros de los mantenimientos realizados anteriormente de los equipos? | 13 |
| 5 | ¿Hay procedimientos de trabajo de mantenimiento establecidos? | 19 |

| | |
|-------|----------|
| TOTAL | 89 / 250 |
|-------|----------|

| Preguntas mantenimiento preventivo | | Suma |
|---|---|-----------|
| 1 | ¿Se concretan tareas de prevención de averías o fallas? | 18 |
| 2 | ¿Existe algún estudio que se realice cada cierto tiempo sobre el comportamiento de la efectividad de las máquinas del aserradero? | 22 |
| 3 | ¿Se conoce la periodicidad de la necesidad de mantención de cada máquina? | 24 |
| 4 | ¿Se mantienen en todo momento al alcance los catálogos con la información técnica de las maquinarias? | 17 |
| 5 | ¿Hay un inventario de seguridad de los repuestos necesarios de cada máquina? | 32 |
| TOTAL | | 113 / 250 |


| Preguntas educación y formación | | Suma |
|--|---|-----------|
| 1 | ¿Se realizan capacitaciones de forma regular para mejorar la producción? | 12 |
| 2 | ¿Se revisan los procedimientos de mantenimiento para hacer tareas correctivas y preventivas? | 13 |
| 3 | ¿Existe actualización de los procedimientos que se siguen para hacer mantenimiento? | 12 |
| 4 | ¿Hay charlas motivacionales al inicio de cada turno para recordar la importancia de las actividades productivas del aserradero? | 21 |
| 5 | ¿Se considera que un trabajador puede cumplir múltiples tareas en el aserradero? | 43 |
| TOTAL | | 101 / 250 |


| Preguntas actividades administrativas y apoyo TPM | | Suma |
|--|--|-----------|
| 1 | ¿El personal administrativo está comprometido con las labores de mantenimiento? | 23 |
| 2 | ¿Cómo es la colaboración de las actividades relacionadas con las de mantenimiento? | 33 |
| 3 | ¿La alta gerencia realiza inspecciones periódicas al proceso productivo? | 32 |
| 4 | ¿La administración da a conocer la cantidad de producción diaria para el conocimiento de los trabajadores? | 32 |
| 5 | ¿Se da siempre el visto bueno para comprar herramientas cuando se necesitan? | 37 |
| TOTAL | | 157 / 250 |

| Preguntas seguridad y entorno | | Suma |
|--------------------------------------|---|-----------|
| 1 | ¿Se cuenta con todos los elementos de protección personal para trabajar en el aserradero? | 38 |
| 2 | ¿Está identificado para cada equipo los riesgos para el operario? | 29 |
| 3 | ¿La planta dispone de pasillos peatonales demarcados adecuadamente? | 15 |
| 4 | ¿Existe señalización para indicar los peligros al interior del aserradero? | 16 |
| 5 | ¿Hay un correcto tratamiento de los residuos que genera el proceso productivo? | 23 |
| TOTAL | | 121 / 250 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16: Portada de presupuesto de implementación de 5S y TPM por la empresa B2Exc






**PROPUESTA
IMPLEMENTACIÓN
5S BASADO EN
HERRAMIENTAS
LEAN-TPM
EMPRESA MADEEX**

Versión 1.2

Detalle de presupuesto para la participación a talleres 5S basado en herramientas Lean - TPM.



Elaborado por B2Exc Consulting SpA - Chile
www.b2exc.com

Fuente: (B2exc, s.f.)

Anexo 17: Valorización del presupuesto de B2Exc



Valorización de la propuesta

| Ítem | Nombre de la Actividad | Código Sence | Nombre Sence | Duración | Horarios Diarios | Valor (UF) |
|------|---|--------------|--|-------------------|-------------------------------------|--|
| 1 | Introducción a la Cultura 5S. Jefaturas | 1237968667 | Técnicas Para La Higiene Y Manipulación De Alimentos En La Agroindustria | 8 horas | 09:00 a 18:00 hrs | 0 a 7 pp = 0,85 8 a 10 pp = 0,80 11 a 16 pp = 0,75 (UF/Hr/PP) |
| 2 | Introducción a la Cultura 5S. Operarios | 1237968667 | Técnicas Para La Higiene Y Manipulación De Alimentos En La Agroindustria | 8 horas | 09:00 a 18:00 hrs | 0 a 7 pp = 0,85 8 a 10 pp = 0,80 11 a 16 pp = 0,75 (UF/Hr/PP) |
| 3 | Evaluación Inicial, emisión de informes y entrega del plan de implementación. | | | 24 hrs | 08:30 a 17:30 hrs (1 día 8 hrs) | 40 (UF / DÍA/ Consultor) |
| 4 | Acompañamiento y vistas como sesión de trabajo en terreno (in companie) | | | 160 Hrs (20 días) | 08:30 a 17:30 hrs (1 día 8 hrs) | 36 (UF / DÍA/ Consultor) |
| 5 | Informes y reuniones de seguimiento (Via online) | | | 10 Hrs | 15 a 17 hrs (sesiones de 1 ó 2 Hrs) | 2,5 (UF / Hr/ Consultor) |

Aclaraciones

Los talleres son modalidad in Companie, y se realizan en las instalaciones de la empresa, la alimentación y local no están incluidos en la propuesta. Si desea incluirlo serán acorde a los requerimientos del cliente. **Es factible gestionar el taller con código Sence**, en convenio con la empresa Plan Humano ya que B2Exc Consulting no es una empresa OTEC, Si desea a costo directo (sin Código Sence) este posee un descuento de un 20% al valor señalado en la Tabla.

Las visitas de Acompañamiento y trabajo, no cubren alimentación ni traslado, el kilometraje tiene un costo de 250 \$/km basado en la declaración de los puntos de salida del consultor a las plantas, para el personal B2Exc, el cliente se encargará de la alimentación al interior de la planta de los consultores.

Prohibida su reproducción total o parcial en cualquier medio sin la autorización escrita de B2Exc Consulting SPAP **á g i n a 6 | 7**

Fuente: (B2exc, s.f.)

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, R. (2017). *Academia*. Obtenido de https://www.academia.edu/27653484/Diagrama_de_Flujo
- B2exc. (s.f.). *Quienes somos*. Recuperado el 23 de abril de 2020, de <https://www.b2exc.com/>
- Betancourt, D. (19 de diciembre de 2015). Recuperado el 8 de noviembre de 2019, de <https://ingenioempresa.com/metodo-delphi/>
- Betancourt, D. (28 de mayo de 2018). *Ingenio Empresa*. Recuperado el 4 de octubre de 2019, de https://ingenioempresa.com/5w2h/#Que_es_5W2H
- Cafferri, C. (25 de junio de 2019). *About espanol*. Recuperado el 9 de octubre de 2019, de <https://www.aboutespanol.com/que-es-el-foda-2480179>
- Chase, R., & Jacobs, R. (2019). Administración de Operaciones. En *Producción y Cadena de Suministros* (décimo tercera ed., pág. 11). México D.F., México: Mc Graw Hill Education. Recuperado el 2 de Octubre de 2019
- ChepChile. (2019). Obtenido de <https://www.chep.com/cl/es-419/consumer-goods/about-us/global-chep/about-us>
- CMPC.cl. (2019). *CMPC.cl*. Obtenido de www.cmpc.com
- Consultoria em Qualidade S/S Ltda. (2012). *5 pasos para el éxito de TPM*. Recuperado el 9 de marzo de 2020, de <http://www.pdca.com.br/site/espanhol/2018-04-04-13-27-49/2018-04-04-13-29-24.html>
- Daniluk, G. (s.f.). *Introducción a la cosecha*. Recuperado el 29 de Abril de 2020, de <http://www.fagro.edu.uy/~forestal/cursos/tecmadera/Gustavo/INTRODUCCION%20A%20LA%20COSECHA.pdf>

Fernández Álvarez, E. (2018). *Tecnologías Marinas y Mantenimiento*. Tesis de máster, Universidad de Oviedo, Oviedo. Recuperado el 3 de octubre de 2019, de <http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/47868/1/Gesti%C3%B3n%20de%20Mantenimiento.%20Lean%20Maintenance%20y%20TPM.pdf>

HogarMania. (s.f.). *Bricomania*. Obtenido de <https://www.hogarmania.com/bricolaje/tareas/carpinteria/panel-herramientas-4400.html>

Instituto Forestal . (2019). *Anuario Forestal 2019*, 132. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de <https://wef.infor.cl/publicaciones/anuario/2019/Anuario2019.pdf>

Logística Aplicada. (28 de Noviembre de 2012). Recuperado el 6 de Septiembre de 2019, de <https://logisticaplicada.wordpress.com/2012/11/28/politica-justo-a-tiempo/>

Loiaza, R. A. (Noviembre de 2012). *Manufactura de Clase Mundial*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2019, de <https://manufacturaclasesmundial.wordpress.com/2012/11/15/cambio-rapido-de-productos/>

Madeex S.A. (s.f.). *Madeex.cl*. Obtenido de <http://www.madeex.cl>

Masisa S.A. (2019). *Masisa.com/chi*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2019, de <https://www.masisa.com/chi/>

ODEPA. (2018). *Estadísticas productivas sector forestal, anuario anual*. Recuperado el 13 de octubre de 2019, de <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>

Pérez, K. H. (16 de Diciembre de 2012). *EOI*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2019, de Escuela de Organización Industrial: <https://www.eoi.es/blogs/madeon/2012/12/16/mejora-de-la-productividad-just-in-time-y-lean-manufacturing/>

Psyma. (4 de Noviembre de 2015). *Psyma, passionate people creative solutions*. Recuperado el 11 de octubre de 2019, de <https://www.psyma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra###targetText=La%20f%C3%B3rmula%20para%20calcular%20el%20tama%C3%B1o%20de%20muestra%20cuando%20se,admisible%20en%20t%C3%A9rminos%20de%20proporci%C3%B3n>.

Sala, I. (s.f.). *Cultura 10*. Recuperado el 5 de octubre de 2019, de <https://www.cultura10.com/tabla-de-doble-entrada/>

Salazar, B. L. (2016). *Ingeniería Industrial Online*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2019, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/>

Sapag, N. (2011). Proyectos de Inversión, formulación y evaluación. En N. Sapag, *Proyectos de Inversión* (pág. 544). Pearson.

SISEM. (s.f.). *Sistema de seguimiento, evaluación y monitoreo*. Recuperado el 9 de octubre de 2019, de <http://wapp.corfo.cl/chilecalidadsisem/Estaticas/Siga.aspx>

Soprole. (2019). Obtenido de <https://www.soprole.cl/es/nosotros.html>

Soquimich. (2019). *Soquimich.com*. Recuperado el septiembre de 16 de 2019, de <https://www.sqm.com/>