

Universidad del Bío-Bío
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial

Profesor guía:
Peter Backhouse Erazo



**PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS PARA LA PLANTA
TERCIADOS, NUEVA ALDEA, MEDIANTE EL DESARROLLO DE LA
METODOLOGÍA 5S y SMED.**

**PROPORAL TO IMPROVE PROCESSES FOR THE PLYWOOD PLANT,
NUEVA ALDEA, THROUGH THE DEVELOPMENT OF THE 5S AND
SMED METHODOLOGY.**

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para
obtener el título de Ingeniero Civil Industrial

Concepción, marzo del 2023

Claudia González Arriagada
Ingeniería Civil Industrial

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mis padres por confiar en mí en todo momento, por comprender mis ausencias y por alentarme en los momentos difíciles, hoy les estoy devolviendo lo que me entregaron desde un principio.

A mis hermanos por estar conmigo en los momentos adversos y ayudarme a salir adelante.

A mi familia en general por brindar cariño y apoyo incondicional en este proceso.

A todo el equipo de mejora continua y operaciones de la planta Terciados Nueva Aldea por hacer de mi estadía en la planta algo único.

A Leonardo Frola y Carlos Yévenes por confiar en mí y permitirme ser partícipe de instancias para adquirir nuevo conocimiento y experiencias laborales.

A mi profesor guía, Peter Backhouse por su apoyo y cercanía durante este proceso.

Por último, dar gracias a cada una de las personas que pude conocer durante estos años pues de cada uno me llevo una enseñanza en los buenos y malos momentos, para finalmente convertirme en una profesional.

RESÚMEN

El presente trabajo de titulación fue desarrollado en la planta Terciados Nueva Aldea, específicamente en las áreas de ensamblado y encolado dentro del proceso productivo. La empresa detectó la necesidad de mejorar la calidad del trabajo realizado en estas dos áreas que forman parte e impactan sobre el cuello de botella dentro del proceso productivo, las cuales presentan bastante desorganización, desorden y suciedad, provocando así tiempos muertos que impactan a generar este cuello de botella. De esta forma surge el objetivo general del trabajo, el cual consiste en desarrollar propuestas de mejora de procesos en las dos áreas mencionadas, mediante la aplicación de la metodología 5S y SMED, a fin de mejorar la productividad de estas, lo cual se ve reflejado en su factor de operación.

La metodología 5S es una técnica utilizada para la mejora de las condiciones de trabajo en la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo. Por su parte la metodología SMED corresponde a un conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Así con la combinación de ambas metodologías se obtiene un beneficio mayor para lo que busca la empresa.

Para el desarrollo de estas propuestas de mejora fue necesario realizar levantamientos de información para conocer el funcionamiento de las áreas a mejorar, y detectar procesos, actividades y recursos críticos a modo de desarrollar propuestas de mejora para estos. Para ello se utilizó información histórica, además de observaciones in situ en el lugar de trabajo.

Se diseñó un plan de limpieza, el cual fue estandarizado realizando para ello una zonificación de las áreas y una distribución de turnos por zona de modo de definir responsables del cumplimiento del estándar de limpieza para cada una de estas. Como una forma de poder realizar retroalimentación y controlar el cumplimiento y mantenimiento de este plan de limpieza en el tiempo, se diseñaron fichas de control procesos.

Finalmente, los resultados reflejaron un impacto positivo sobre la reducción de tiempos, traslados, accidentes y aumento de la limpieza, lo cual impacta sobre la productividad y calidad del trabajo realizado, además de la reducción de tiempos muertos que permitió aumentar en un porcentaje no menor el factor de operación de cada área. Con estos estudios se pudo validar la futura implementación de estas mejoras en los lugares de trabajo.

INDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	3
2.1. Antecedentes de la empresa	3
2.1.1. Historia de Arauco	3
2.1.2. Lo que es Arauco.....	3
2.1.3. Misión de Arauco	3
2.1.4. Visión de Arauco.....	3
2.1.5. Industria de paneles.....	4
2.1.6. Organigrama de Terciados Nueva Aldea.....	5
2.1.7. Proceso productivo	5
2.2. Origen del tema	8
2.3. Descripción del problema	9
2.4. Objetivos.....	10
2.4.1. Objetivo general.....	10
2.4.2. Objetivos específicos	10
2.5. Alcances del estudio	11
2.6. Descripción procesos a mejorar	12
2.6.1. Proceso ensamblado	12
2.6.2. Proceso encolado	19
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	25
3.1. ¿Qué es el lean manufacturing?.....	25
3.2. Orígenes del lean manufacturing.....	25
3.3. Metodología 5S.....	26
3.3.1. Descripción de la metodología.....	26
3.3.2. Descripción 5S.....	27

3.3.3. Beneficios esperados.....	30
3.4. Metodología SMED.....	30
3.4.1. Descripción de la metodología.....	30
3.4.2. Pasos para aplicar SMED.....	32
3.4.3. Beneficios esperados.....	33
3.5. Propuesta metodológica integral	34
CAPÍTULO 4: PLAN DE ACCION	36
4.1. Descripción de la situación actual de las áreas a mejorar	36
4.1.1. Área de ensamblado.....	36
4.1.2. Área de encolado.....	38
4.2. Caracterización del problema en las áreas a mejorar.....	39
4.2.1. Área de ensamblado.....	39
4.2.2. Área de encolado.....	40
4.3. Propuesta de mejora.....	40
4.4. Impacto de las propuestas.....	42
4.5. Desarrollo metodología 5S en ensamblado	43
4.5.1. Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes	45
4.5.2. Lugar y orden definido para recursos	62
4.5.3. Eliminar innecesarios.....	66
4.5.4. Aumentar la limpieza del área	67
4.6. Desarrollo metodología SMED en ensamblado	69
4.6.1. Análisis tiempos muertos para oportunidades SMED	69
4.6.2. Propuestas con enfoque SMED.....	72
4.7. Impacto propuestas 5S y SMED sobre la productividad en ensamblado	78
4.8. Plan de limpieza ensamblado	81
4.9. Estándar 5S y SMED ensamblado	82

4.10. Control procesos ensamblado	86
4.11. Desarrollo metodología 5S en encolado	87
4.11.1. Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes	89
4.11.2. Lugar y orden definido para recursos	105
4.11.3. Eliminar innecesarios	110
4.11.4. Aumentar la limpieza del área	113
4.12. Desarrollo metodología SMED en encolado	117
4.12.1. Análisis tiempos muertos para oportunidades SMED	117
4.12.2. Propuestas con enfoque SMED	119
4.13. Impacto propuestas 5S y SMED sobre la productividad en encolado	134
4.14. Plan de limpieza encolado	138
4.15. Estándar 5S y SMED encolado	139
4.16. Control procesos encolado	144
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	145
5.1. En relación con la metodología utilizada.....	145
5.2. En relación con los resultados obtenidos.....	147
5.3. En relación con los lineamientos futuros.....	148
CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS	150

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Organigrama Terciados Nueva Aldea	5
Figura 2.2: Proceso productivo Terciados Nueva Aldea	7
Figura 2.3: Layout línea de ensamblado	12
Figura 2.4: Componentes línea de ensamblado.....	13
Figura 2.5: Flujo proceso ensamblado	19
Figura 2.6: Layout línea 1 de encolado	20
Figura 2.7: Unidades proceso encolado.....	20
Figura 3.1: Pasos metodología SMED	32
Figura 4.1: Layout ensamblado y zonas referenciales	36
Figura 4.2: Layout encolado y zonas referenciales	38
Figura 4.3: Procedimiento para clasificar y ordenar oportunidades 5S	41
Figura 4.4: Procedimiento para generar propuestas con enfoque SMED	42
Figura 4.5: Ubicación propuesta zona de preparación de anilina.....	47
Figura 4.6: Estado actual y propuesto para preparación de anilina.....	47
Figura 4.7: Estado actual y propuesto para guardado de pistolas spray de anilina.	48
Figura 4.8: Diagrama de spaghetti estado actual y propuesto recarga de adhesivo .	49
Figura 4.9: Ubicación sistemas de depósito hot melt para los puntos de cola	51
Figura 4.10: Estado actual y propuesto para recarga adhesivo hot melt.....	51
Figura 4.11: Diagrama spaghetti estado actual y propuesto reposición bobinas de hilo	53
Figura 4.12: Estado actual y propuesto doble fila de bobinas de hilo.....	56
Figura 4.13: Ubicación stock bottom plate para alimentación de apilador.....	58
Figura 4.14: Estado actual y propuesto para instalar bottom plate en apilador	58
Figura 4.15: Ubicación stock bobinas de hilo y adhesivo hot melt	59
Figura 4.16: Estado actual y propuesto atril para bobinas y sacos de adhesivo	60
Figura 4.17: Estado actual y propuesto para recibir rechazos	61
Figura 4.18: Estado actual y propuesto para guardado de arnés.....	62
Figura 4.19: Ubicación propuesta bottom plate malos	63

Figura 4.20: Estado actual y propuesto para bottom plate malos.....	63
Figura 4.21: Estado actual y propuesta para pertenencias de operadores	65
Figura 4.22: Ubicación alimentador de bottom plate en línea 4	66
Figura 4.23: Estado actual y propuesto para espacio de alimentación bottom plate.	67
Figura 4.24: Estado actual y propuesto para el astilladero.....	68
Figura 4.25: Diagrama de pareto tiempos muertos ensamblado septiembre 2022 ...	69
Figura 4.26: Tiempos muertos más significativos en ensamblado	70
Figura 4.27: Diagrama de spaghetti instalación de bottom plate en apilador	73
Figura 4.28: Diagrama de spaghetti, propuesta para etiquetado de lotes	76
Figura 4.29: Zonificación y distribución de turnos ensamblado	81
Figura 4.30: Estándar 5S ensamblado - Zona 1	82
Figura 4.31: Estándar 5S ensamblado - Zona 2.....	83
Figura 4.32: Estándar 5S ensamblado - Zona 3.....	84
Figura 4.33: Estándar 5S ensamblado - Zona 4.....	85
Figura 4.34: plantilla para control 5S ensamblado	86
Figura 4.35: Diagrama spaghetti estado actual y propuesto gramaje y lavado de probetas.	90
Figura 4.36: Nuevo sistema para el lavado de probetas	93
Figura 4.37: Estado actual y propuesto para lavado de probetas	93
Figura 4.38: Estado actual y propuesto mueble en zona gramaje.....	98
Figura 4.39: Estado actual y propuesto para guardado de placa gramaje	98
Figura 4.40: Diagrama spaghetti estado actual y propuesto llenado de tineta	100
Figura 4.41: Estado actual y propuesta para lavamanos en zona armadores.....	100
Figura 4.42: Estado actual y propuesto para modificación plataforma y tinetas.....	102
Figura 4.43: Estado actual y propuesto para tableros en piso zona operacional	103
Figura 4.44: Estado actual y propuesto para cadenas en sensor.....	104
Figura 4.45: Estado actual y propuesto orden de herramientas armado	107
Figura 4.46: Estado actual y propuesto para guardado de arnés.....	107

Figura 4.47: Estado actual y propuesto para indicadores usados en panel de control	108
Figura 4.48: Estado actual y propuesto para paneles sombra	109
Figura 4.49: Estado actual y propuesta para archivadores en zona operacional	110
Figura 4.50: Estado actual y propuesto para recuperar adhesivo de filtros.....	114
Figura 4.51: Estado actual y propuesto para mesa de trabajo	115
Figura 4.52: Estado actual y propuesto ubicación dispensador de agua en línea 2	116
Figura 4.53: Diagrama de pareto tiempos muertos encolado, septiembre 2022	117
Figura 4.54: Tiempos muertos más significativos en encolado	118
Figura 4.55: Filtros de baja y alta	123
Figura 4.56: Propuesta de sistema automatizado para lavado de discos	124
Figura 4.57: Zonas de acopio chapas para cambio espesor/formato.....	132
Figura 4.58: Procedimiento estándar para cambio espesor/formato	133
Figura 4.59: Zonificación y distribución de turnos encolado.....	138
Figura 4.60: Estándar 5S encolado - Zona 1.....	139
Figura 4.61: Estándar 5S encolado - Zona 2.....	140
Figura 4.62: Estándar 5S encolado - Zona 2.....	141
Figura 4.63: Estándar 5S encolado - Zona 3.....	142
Figura 4.64: Estándar 5S encolado - Zona 4.....	143
Figura 4.65: Plantilla para control 5S encolado	144
Figura 6.1: Base de datos fallas ocurridas en ensamblado septiembre 2022	152
Figura 6.2: Base de datos fallas ocurridas en encolado septiembre 2022	153
Figura 6.3: Traslados línea a stock ensamblado	154
Figura 6.4: Traslados stock a base reposición ensamblado.....	154
Figura 6.5: Cronometraje tiempos lavado rutinario de cabezal encoladora 2.....	154
Figura 6.6: Cronometraje tiempos lavado rutinario de cabezal encoladora 3.....	154
Figura 6.7: Cronometraje tiempos lavado rutinario de cabezal encoladora 4.....	155
Figura 6.8: Movimientos necesarios para cada cambio espesor/formato.....	155
Figura 6.9: Cronometraje tiempos cambio más significativo	155

Figura 6.10: SOP reposición bobinas nuevas de hilo	156
Figura 6.11: SOP instalación bottom plate en apilador	157
Figura 6.12: SOP lavado rutinario de cabezal	157
Figura 6.13: SOP cambio espesor/formato	157

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1: Reducción total de tiempo mensual (horas).....	52
Gráfico 4.2: Reducción tiempo muerto en reposición de bobinas	57
Gráfico 4.3: Reducción tiempo muerto en instalación de bottom plate en apilador ...	77
Gráfico 4.4: Reducción tiempo en toma de gramaje y lavado de probetas y placa ...	95
Gráfico 4.5: Reducción consumo de agua para lavado de probetas y placa.....	96
Gráfico 4.6: Reducción de tiempo en llenado de tineta	101
Gráfico 4.7: Reducción consumo de agua con propuesta de lavado de discos	125
Gráfico 4.8: Reducción de tiempo muerto propuesta lavado rutinario de cabezal...	126
Gráfico 4.9: Volumen por espesor y encoladora (septiembre 2022)	128
Gráfico 4.10: Reducción tiempo muerto propuesta para cambio espesor/formato..	134

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 2.1: Transportador de cadenas	13
Imagen 2.2: Horquilla de levante.....	13
Imagen 2.3: Mesa de alimentación.....	14
Imagen 2.4: Cámara de defectos	14
Imagen 2.5: TIPPLE	14
Imagen 2.6: Cizalla de defectos	15
Imagen 2.7: Pistolas de adhesivo.....	15
Imagen 2.8: Soplador de aire	16
Imagen 2.9: Calefactor de hilos termo fundente.....	16
Imagen 2.10: Rodillos de refrigeración	16
Imagen 2.11: Cizalla de hoja	17

Imagen 2.12: Transportador de salida.....	17
Imagen 2.13: Transportador alineador	17
Imagen 2.14: Sierra.....	18
Imagen 2.15: Transportador de vacío	18
Imagen 2.16: Mesa de apilado (stacker)	18
Imagen 2.17: Rollers de evacuación	19
Imagen 2.18: Transportadores de traspaso	21
Imagen 2.19: Transportador cuádruple	22
Imagen 2.20: Cabezal de extrusión.....	23
Imagen 2.21: Estación de armado.....	24
Imagen 2.22: Mesa de traspaso	24
Imagen 2.23: Estación de rechazo	24
Imagen 4.1: Pistola espray y anilina.....	45
Imagen 4.2: Operador marcando lote con anilina.....	45
Imagen 4.3: Pistolas espray de anilina en el piso en zona evacuación de lotes	46
Imagen 4.4: Operador línea 4, amarrando hilos de bobinas	56
Imagen 4.5: Prueba con doble fila de bobinas y amarre de hilos	56
Imagen 4.6: Bottom plate	57
Imagen 4.7: Prueba con carro en ensambladora 1	61
Imagen 4.8: Basurero para cartones	64
Imagen 4.9: Ilustración zona de astillado	68
Imagen 4.10: Instalación de placas y probetas en encoladora.....	89
Imagen 4.11: Lavado de probetas.....	89
Imagen 4.12: Zona de guardado probetas y placa de gramaje	97
Imagen 4.13: Pertenencias de operadores en el área.....	105
Imagen 4.14: Armador limpiando topes con adhesivo.....	106
Imagen 4.15: Lanzas utilizadas en el armado de tableros	106
Imagen 4.16: Pizarra de corcho en zona operacional	109
Imagen 4.17: Atril en zona armadores	111

Imagen 4.18: Cajas de hidro lavadora.....	112
Imagen 4.19: Filtro de baja en nivel de subsuelo	113
Imagen 4.20: Adhesivo en petril	114
Imagen 4.21: Basureros para vasos.....	116
Imagen 4.22: Operador lavando filtros sobre la encoladora.....	121
Imagen 4.23: Operador raspando guías de traspaso	121
Imagen 4.24: Pantalla donde el operador visualiza los movimientos en la máquina	127
Imagen 4.25: Pizarra para el registro de requerimientos por stacker	127

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Metodología integral de trabajo	35
Tabla 4.1: Tareas principales en ensamblado.....	37
Tabla 4.2: Tareas principales en encolado.....	39
Tabla 4.3: Recursos y actividades críticas observadas para oportunidades 5S.....	44
Tabla 4.4: Tiempos involucrados en recarga de adhesivo	49
Tabla 4.5: Características sistema de depósito y carga de adhesivo hot melt	50
Tabla 4.6: Estimación tiempos propuesta sistema de recarga adhesivo en toda el área de ensamblado.....	51
Tabla 4.7: Clasificación y tiempos involucrados en cada actividad para la reposición de bobinas de hilo por ensambladora	54
Tabla 4.8: Estimación tiempos propuesta reposición de la doble fila de bobinas de hilo + amarre de hilos en toda el área de ensamblado	55
Tabla 4.9: Clasificación fallas más significativas para oportunidades SMED	71
Tabla 4.10: Tiempos muertos en instalación de bottom plate en apilador.....	74
Tabla 4.11: Clasificación actividades para instalación de bottom plate en apilador ..	74
Tabla 4.12: Clasificación propuesta de actividades para instalación de bottom plate	75
Tabla 4.13: Tiempos propuesta para instalación de bottom plate en apilador	77
Tabla 4.14: Resumen estimación impacto propuestas 5S	78
Tabla 4.15: Resumen estimación impacto propuestas para la reducción de tiempos muertos	79
Tabla 4.16: Actividades y recursos críticos observados para oportunidades 5S.....	88

Tabla 4.17: Tiempos involucrados en toma de gramaje y lavado de probetas.....	91
Tabla 4.18: Tiempos involucrados en lavado placa de gramaje.....	91
Tabla 4.19: Consumo de agua mensual en lavado de probetas	92
Tabla 4.20: Consumo de agua mensual en lavado de placa.....	92
Tabla 4.21: Prueba experimental en el lavado de probetas	94
Tabla 4.22: Estimación tiempos propuesta sistema para lavado de probetas y mueble en zona gramaje.....	94
Tabla 4.23: Tiempos involucrados propuesta para lavado placa de gramaje.....	95
Tabla 4.24: Consumo de agua mensual propuesta sistema de lavado probetas	96
Tabla 4.25: Consumo de agua propuesta lavado para placa de gramaje	96
Tabla 4.26: Tiempos involucrados en llenado de tinetas para lavado de guantes	99
Tabla 4.27: Prueba experimental en el lavado de guantes	101
Tabla 4.28: Tiempos involucrados propuesta para llenado de tineta	101
Tabla 4.29: Clasificación fallas más significativas para oportunidades SMED	119
Tabla 4.30: Consumo de agua mensual para lavado de discos	120
Tabla 4.31: Tiempos involucrados en el lavado rutinario de cabezal	121
Tabla 4.32: Clasificación actividades para lavado rutinario de cabezal.....	122
Tabla 4.33: Clasificación propuesta de actividades en lavado rutinario de cabezal	123
Tabla 4.34: Estimación reducción consumo de agua mensual en lavado de discos	124
Tabla 4.35: Estimación reducción tiempos muertos propuesta en lavado rutinario de cabezal.....	125
Tabla 4.36: Requerimientos de chapa por stacker	128
Tabla 4.37: Cambios más significativos	128
Tabla 4.38: Tiempos muertos involucrados en el cambio espesor/formato.....	130
Tabla 4.39: Clasificación de actividades cambio espesor/formato	130
Tabla 4.40: Clasificación propuesta de actividades para cambio espesor/formato .	132
Tabla 4.41: Resumen estimación impacto propuestas 5S	135
Tabla 4.42: Resumen estimación impacto propuestas para la reducción de tiempos muertos	137

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En el mundo globalizado y competitivo en que estamos inmersos, las empresas requieren invertir en nuevo conocimiento para adaptarse a la vanguardia de nuevas técnicas de gestión y así mantenerse vigentes en este entorno. Estas técnicas de gestión constituyen un elemento clave para organizar los recursos de la empresa, lograr sus objetivos y mantenerse competitivos en el mercado.

Arauco S.A., con más de 40 años de trayectoria, es una de las empresas de celulosa y derivados de madera más grande a nivel latinoamericano, no sólo en términos de superficie, rendimiento y producción de calidad, sino que también en cuanto a innovación, responsabilidad ambiental y compromiso social. Arauco, es uno de los líderes mundiales en la fabricación y venta de paneles, con una capacidad instalada de más de 3,2 millones de metros cúbicos en ocho plantas de producción ubicadas en Chile, Argentina y Brasil. Una de sus plantas de paneles en Chile, es Terciados Nueva Aldea, la cual corresponde a un complejo forestal industrial ubicado en Ranquil, VIII Región, con una capacidad productiva de 440.000 m³ de pino radiata comercializados bajo la marca AraucoPly.

Terciados Nueva Aldea se encuentra en desarrollo constante de nuevas técnicas de gestión que permitan aumentar su productividad, calidad y competitividad en el mercado. En este sentido, desde el año 2022 tienen el objetivo de desarrollar técnicas que permitan aumentar la calidad y eficiencia del trabajo realizado por los operadores y con ello reducir tiempos muertos. En este sentido y mediante la ejecución de este proyecto, se desarrollaron propuestas para lograr estos objetivos en dos áreas dentro de la planta, ensamblado y encolado, lo cual finalmente impactará sobre indicadores como lo es el factor de operación y otros propios del proceso.

El orden del lugar de trabajo es crucial para que la producción mejore y que el ritmo de trabajo sea el idóneo. Al eliminar innecesarios y tener todo en su lugar, el flujo de trabajo será más rápido, se reducen accidentes laborales, existen menores pérdidas de tiempo buscando recursos, aumenta la calidad y eficiencia del trabajo realizado.

Por otra parte, el tiempo corresponde a un recurso crítico dentro de una organización, la existencia de tiempos muertos puede afectar la productividad, además de repercutir sobre ciertos procesos o el cumplimiento de metas. De ahí la importancia de optimizar el tiempo, buscando formas de mejorar los procesos. En este sentido, herramientas de lean manufacturing, tales como 5S y SMED, conducen a una mejora continua, permitiendo optimizar procesos, mejorando las condiciones físicas de trabajo, y reduciendo tiempos muertos, lo que finalmente impacta positivamente sobre la productividad, competitividad y calidad de la empresa.

En este trabajo se desarrollaron propuestas de mejora 5S y SMED, en las áreas de ensamblado y encolado de la planta terciados nueva aldea con la finalidad de aumentar la eficiencia del trabajo realizado por los operadores, esto a través de la organización, orden y limpieza, además de disminuir los tiempos de set-up en las distintas áreas, conduciendo a nueva cultura organizacional y permitiendo aumentar el factor de operación de estas.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Antecedentes de la empresa

2.1.1. Historia de Arauco

Celulosa Arauco y Constitución S.A. (en adelante, la “Compañía” o “ARAUCO”) es una sociedad anónima cerrada que se rige, respecto de las obligaciones de información y publicidad, por las normas aplicables a las sociedades anónimas abiertas. Si bien sus inicios se remontan al 28 de octubre de 1970, fecha en que fue constituida por escritura pública otorgada ante el Notario Público de Santiago Ramón Valdivieso Sánchez, la sociedad Celulosa Arauco y Constitución S.A., tal como se conoce actualmente, nace en septiembre de 1979 a partir de la fusión de las compañías Celulosa Arauco S.A. y Celulosa Constitución S.A., ambas creadas por la Corporación de Fomento de la Producción, Corfo, con el fin de desarrollar los recursos forestales del país, mejorar la calidad del suelo en terrenos agrícolas degradados y fomentar el empleo en zonas aisladas. (Arauco, 2017)

2.1.2. Lo que es Arauco

Arauco es una compañía global y diversificada perteneciente a la industria forestal. Con su trabajo e innovación desarrollan productos renovables a través del negocio forestal, celulosa, maderas, paneles y energía limpia y renovable.

2.1.3. Misión de Arauco

Maximizar el valor de la empresa, de manera social, ambiental y económicamente responsable.

2.1.4. Visión de Arauco

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

2.1.5. Industria de paneles

Se denomina paneles a los tableros compuestos por elementos de madera de varios tamaños, desde chapas hasta fibras, las cuales se mezclan con químicos y resinas con los que se forma una pasta que, al ser trabajada con calor, adquiere una forma sólida, similar en características a la madera, pero con significativas ventajas en precios. En la industria de paneles se pueden distinguir tres grandes categorías: tableros de terciado, tableros aglomerados y tableros de fibra (MDF y HB). (Arauco, 2017)

ARAUCO es uno de los líderes mundiales en la fabricación y venta de paneles, con una capacidad instalada de más de 3,2 millones de metros cúbicos en ocho plantas de producción ubicadas en Chile, Argentina y Brasil. (Arauco, 2018)

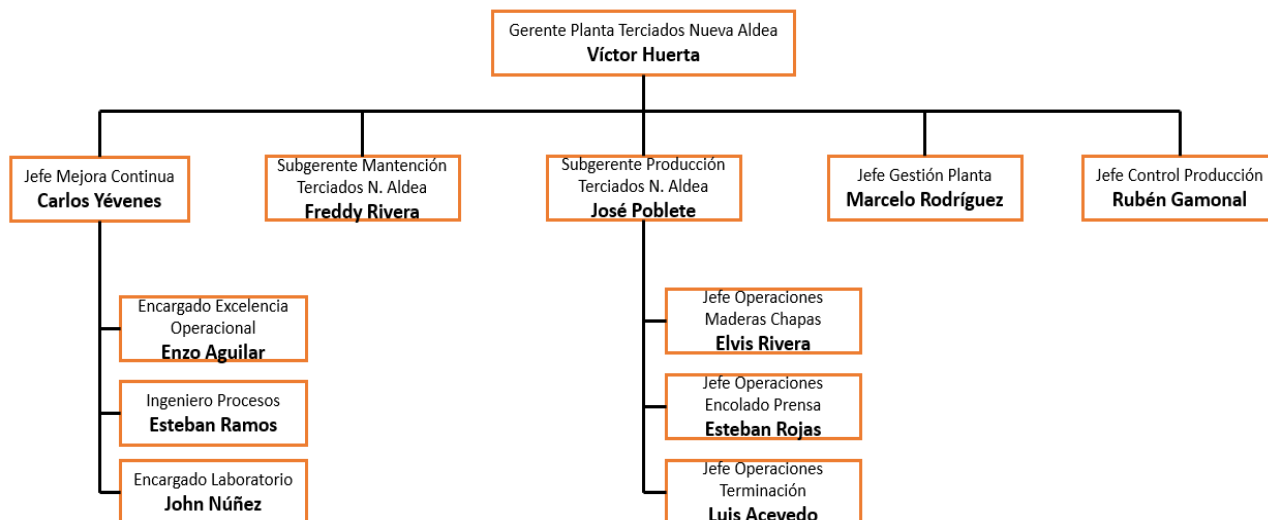
Esta área de negocio elabora paneles terciados (Plywood), aglomerados (PB y MDP), paneles y molduras Medium Density Fiberboard (MDF) y paneles Hardboard (HB), los que son comercializados en los cinco continentes, posicionado a la empresa como un proveedor confiable para las industrias de la mueblería y construcción. La amplia variedad de productos se comercializa bajo las marcas AraucoPly, Trupán, Truchoice, Faplac, Cholguán y Durolac. (Arauco, 2018)

Una de las plantas de paneles en Chile, corresponde a Terciados Nueva Aldea, la cual corresponde a un complejo forestal industrial ubicado en la comuna de Ránquil, VIII región. Esta planta tiene una capacidad productiva de 440.000 m³ de pino radiata comercializados bajo la marca AraucoPly.

Los tableros AraucoPly son elaborados a partir de madera proveniente de plantaciones forestales de ARAUCO, manejadas en forma sostenible. Esto incluye un sistema de poda que permite la producción de chapas de madera de alta calidad, lisas y libres de nudos, las que se van alternando en forma perpendicular al sentido de las fibras. Así se obtiene un tablero versátil, de excelente construcción interior y alta resistencia, tanto para usos estructurales como también para moldaje, mueblería y revestimientos. (Arauco, 2018)

2.1.6. Organigrama de Terciados Nueva Aldea

Figura 2.1: Organigrama Terciados Nueva Aldea



Fuente: Elaboración propia

2.1.7. Proceso productivo

Con respecto al proceso productivo que se lleva a cabo en la planta de Terciados Nueva Aldea, acá se fabrican tableros Plywood bajo la marca AraucoPly. Los tableros Plywood son elaborados con chapas de madera pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra, estas se unen mediante la aplicación de resina fenólica, presión y calor.

Los rollizos descortezados llegan a una cancha de riego en donde comienza el proceso, acá se utiliza un sistema de riego para mantener la madera húmeda, evitando su degradación. Una vez realizado esto, los rollizos son llevados a túneles de macerado donde son expuestos a un proceso de calentamiento con el fin de mejorar la plasticidad de la madera, esto se realiza con agua a 85°C durante 18 horas.

Pasadas esas 18 horas los rollizos son trasladados hacia la línea de debobinado (tornos), en donde el trozo es desenrollado formando un manto de madera. En la línea de debobinado se detectan defectos del manto a través de un sistema de cámaras y

de corte, de esta forma las chapas de distinto tamaño son formateadas y clasificadas según su contenido de humedad.

Luego las chapas se dirigen al área de secado en donde se les quita el exceso de agua para darles una humedad homogénea, los secadores cuentan con un sistema de rodillos para el transporte de las chapas y sistemas de cajas de chorros para la distribución de aire caliente, logrando así un secado homogéneo. Luego de ser secadas, las chapas se clasifican y se dejan reposar por 24 horas para que disipen temperatura y humedad. Dependiendo de la clasificación de las chapas estas pasan directamente a la conformación del tablero o bien son llevadas a las parchadoras y ensambladoras.

Las chapas con defectos dimensionales son llevadas a las ensambladoras en donde son recuperadas como chapa corta, es decir chapa cuya fibra se encuentra en sentido contrario al largo de la chapa. Los trozos son unidos con adhesivo e hilos termofundentes formando un paño continuo.

Las chapas que a la salida del secador poseen defectos superficiales se llevan al área de parchado en donde de forma automática se escanea el defecto, se remueve y es parchado, así se mejora la calidad de las chapas y pueden ser usadas como cara del tablero.

Una vez recuperadas las chapas pasan al proceso de encolado en donde es necesario cargar pilas de chapas largas y cortas en los stacker según una receta de armado. La encoladora aplica resina sobre las chapas y finalmente se agrega la cara del tablero.

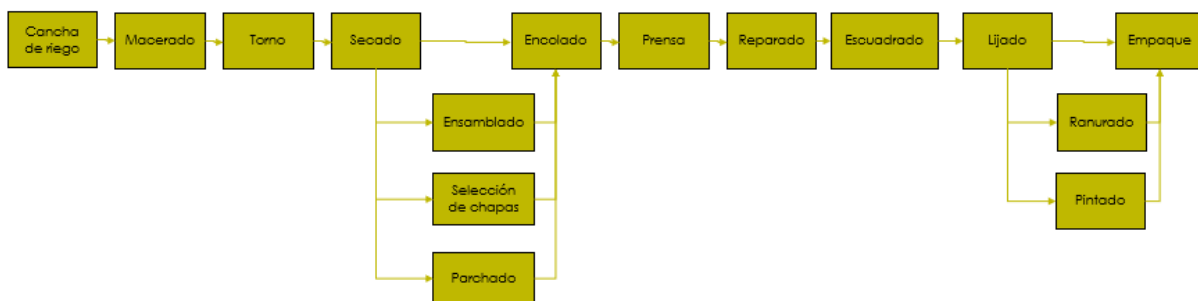
A la salida de la encoladora el tablero pasa por un proceso de pre prensado en frío en donde el adhesivo y la chapa quedan totalmente unidos formando un tablero firme y resistente. Luego del pre pensado los tableros son enviados a las prensas en donde se realiza el fraguado del adhesivo mediante presión y calor. Desde acá los tableros son llevados a las canchas de acopio para que reposen o si tienen defectos son derivados a las reparadoras automáticas o manuales.

En las reparadoras automáticas se busca aumentar la calidad de los tableros corrigiendo los defectos de la madera a través de un escáner que detecta largo, ancho, profundidad y color de los defectos encontrados y son reparados por un sistema robótico. Para cubrir los defectos se utiliza pasta retape latex o poliuterano líquido de tonalidad similar a la madera. Si queda algún defecto en el tablero este pasa a la reparación manual. Desde acá los tableros se dirigen al área de escuadrado y lijado en donde se les da su apariencia final, posteriormente los tableros son clasificados por calidad dependiendo de las necesidades de los clientes y las normas internacionales de calidad.

Algunos de estos tableros también son dirigidos a la línea de ranurado en donde se realizan distintos perfiles de ranura, y la línea de pintura en donde se aplica pintura al agua selladora de cantos a los paquetes de tableros previamente diferenciados por calidad, función y espesor.

Finalmente, los lotes son embalados y enviados a la bodega de productos terminados donde quedan listos para llevar AraucoPly a los clientes.

Figura 2.2: Proceso productivo Terciados Nueva Aldea



Fuente: Elaboración propia

2.2. Origen del tema

El desarrollo del presente proyecto nació de la necesidad de la gerencia de la planta Terciados Nueva Aldea por el desarrollo de técnicas de gestión que permitan mejorar la productividad en algunas áreas críticas dentro del proceso productivo. Esta necesidad fue traspasada al área de mejora continua, a través del jefe control procesos y jefe de mejora continua en desarrollar mejoras 5S en áreas dentro de la planta en donde existe suciedad, desorden, pérdida de recursos, etc.

El área de mejora continua vio la necesidad de aplicar estas mejoras en las áreas de ensamblado y encolado, ya que, por un lado, la metodología 5S ha sido aplicada en distintas áreas dentro de la planta, siendo ensamblado y encolado áreas en donde no se había aplicado y se vio la necesidad ya que se ha constatado que son áreas que contienen mucho desorden, falta de organización y suciedad de sus áreas físicas de trabajo. Por otro lado, el cuello de botella en la planta corresponde a encolado-prensa, por lo que se vio la oportunidad de reducir este realizando mejoras para los espacios físicos en encolado. Por otro lado, el área de ensamblado precede a este cuello de botella con una alta probabilidad de convertirse en un potencial y futuro cuello de botella, por lo que con el desarrollo de estas mejoras se espera disminuir esta probabilidad.

Por otro lado, también se propone el realizar mejoras en las áreas con un enfoque en la reducción de tiempos muertos en actividades de set up mediante la aplicación de la metodología SMED.

Con el desarrollo de propuestas de mejorar para estas dos áreas, se espera mejorar el clima laboral y la seguridad, productividad, eficiencia, y factor de operación de estas.

2.3. Descripción del problema

En la planta ya se han implementado mejoras 5S en algunas áreas y se decide escalar el desarrollo de esta metodología en áreas de ensamblado y encolado. El área de encolado – prensa corresponde al cuello de botella dentro de la planta, ya que en ambas áreas existen muchas fallas o bien se invierte demasiado tiempo en actividades de preparación que provocan tiempo muerto. Cuando ocurren demasiadas fallas o se invierte demasiado tiempo en actividades de preparación como consecuencia disminuye el flujo de producción. Ocurre que cuando disminuye el flujo de producción en encolado, prensa pierde tiempo (tiempo muerto) en espera de material encolado. Por otro lado, los tableros encolados a la salida de la encoladora no pueden permanecer más de 40 minutos antes de ingresar a prensa, ya que las propiedades del adhesivo se comienzan a perder si transcurre más tiempo, provocando que la adherencia de los tableros no sea la óptima y con ello estos bajan de calidad. Al existir demasiadas fallas en prensa, encolado debe detener su producción para no generar flujo excesivo de lotes encolados que no serán procesados.

El área de ensamblado precede a este cuello de botella, por lo que es potencial por formar parte de este, lo cual se quiere evitar realizando mejoras para reducir fallas en el área y con ello tiempos muertos.

En estas áreas el porcentaje de tiempo muerto con respecto a sus horas disponibles de trabajo para el mes de septiembre de 2022 es de 36,27 y 25,24 por ciento en ensamblado y encolado respectivamente, lo cual se considera alto al ser áreas críticas dentro del proceso productivo, limitando el flujo de producción de toda la planta.

En estas dos áreas existe suciedad, desorden, y desorganización de los espacios físicos de trabajo lo cual provoca que la eficiencia del trabajo realizado no sea la óptima, el clima laboral no es el mejor, disminuye la motivación de los empleados por su trabajo al encontrarse en espacios poco gratos de trabajo, existe pérdida de tiempo, sobreesfuerzos, estrés, alta probabilidad de accidentes, en fin, muchas consecuencias negativas que impactan sobre la productividad y calidad del trabajo.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general

Desarrollar propuestas de mejora de procesos en áreas de encolado y ensamblado de la planta Terciados Nueva Aldea, mediante la aplicación de la metodología 5S y SMED, a fin de mejorar el factor de operación de estas.

2.4.2. Objetivos específicos

- Definir los procesos principales que se llevan a cabo en las distintas áreas a mejorar, mediante la revisión de información histórica, así como también observaciones directas de los procesos.
- Diseñar propuestas de mejora para los espacios físicos de las distintas áreas a mejorar.
- Diseñar propuestas para la reducción de tiempos muertos en las distintas áreas a mejorar.
- Evaluar el impacto de las mejoras propuestas, mediante el uso de indicadores tales como el factor de operación y otros propios del proceso.
- Estandarizar y generar herramientas de control para el seguimiento de la implementación 5S y SMED en la planta.

2.5. Alcances del estudio

El presente trabajo se enfocará en el desarrollo de propuestas para mejorar procesos en las áreas de ensamblado y encolado de la planta Terciados Nueva Aldea, mediante la aplicación del modelo 5S Y SMED. Para el diagnóstico de la situación inicial a mejorar, se utilizaron distintas herramientas estudiadas durante la carrera de Ingeniería Civil Industrial, tales como elaboración de diagrama de spaghetti, análisis de layout, diagramas de pareto, factor de operación, entre otras herramientas. La información necesaria para el diagnóstico de la situación inicial fue obtenida de bases de datos de la planta, en donde se tomó como referencia datos del mes de septiembre de 2022 (ya que durante ese mes se comenzó a trabajar en la planta), entrevistas con operadores, supervisores y jefes de áreas, además de observaciones in situ en el lugar de trabajo. Mediante el diagnóstico de la situación inicial, se detectaron oportunidades para las cuales se elaboraron propuestas de mejora para los espacios físicos dentro del área de trabajo en cuanto a la clasificación, orden y limpieza. Una vez desarrolladas estas mejoras, se procedió al desarrollo de mejoras con un enfoque SMED en cada una de las áreas a mejorar, para ello se analizó información histórica, además de observaciones in situ de procesos de set up que se llevan a cabo de forma repetitiva y que consumen demasiado tiempo (tiempo muerto). Con esto se pudo definir las actividades a estudiar y sus tiempos respectivos, clasificar las actividades en internas y externas, identificar que actividades internas pueden ser convertidas a externas y el plan de acción para lograr esto, y reducir el tiempo de las actividades. Con el desarrollo de estas propuestas de mejora se estimó la variación en el factor de operación de las áreas.

Se diseñaron estándares para las mejoras, además de mecanismos de control para estas. Al ser solo propuestas de mejora, no se pudo medir o evaluar el impacto real de las mismas, sin embargo, se realizaron supuestos y estimaciones del impacto de cada una de las propuestas de mejora sobre la productividad, seguridad y limpieza, además, se elaboraron herramientas, como fichas de control procesos que permitan controlar el cumplimiento de los estándares y su impacto en la calidad del trabajo realizado una

vez que sean aplicadas, además de generar equipos de control para evaluar diariamente el cumplimiento de los estándares, y así mantener las mejoras en el tiempo.

2.6. Descripción procesos a mejorar

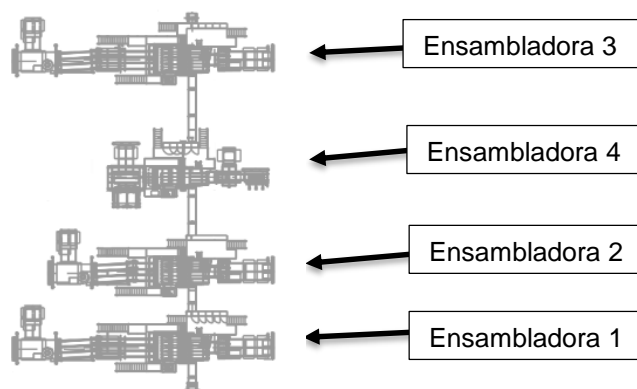
2.6.1. Proceso ensamblado

En esta área se recupera y produce chapa corta, la cual corresponde a chapa cuyo sentido de las fibras es perpendicular al largo del tablero.

La materia prima utilizada en esta área son chapas recuperadas de los procesos de debobinado, secado y el rechazo del proceso de encolado. También se utilizan chapas enteras con defectos como hoyos, grietas, rajaduras, bolsas de resina, restos de corteza (composer), los que son detectados por una cámara que trabaja en conjunto con una barra foto emisora que va eliminando estos con dos pares de cuchillos. De esta forma se logra recuperar la mayor cantidad de chapa mejorando el rendimiento productivo de la planta.

Acá los trozos de chapa sin defectos son unidos con diez puntos de cola y ocho hilos termo fundentes, con lo que se forma un paño continuo que es dimensionado por una guillotina (cizalla de hoja) en tamaños de 8x8 pies y una sierra circular que genera chapa corta de 4x8 pies.

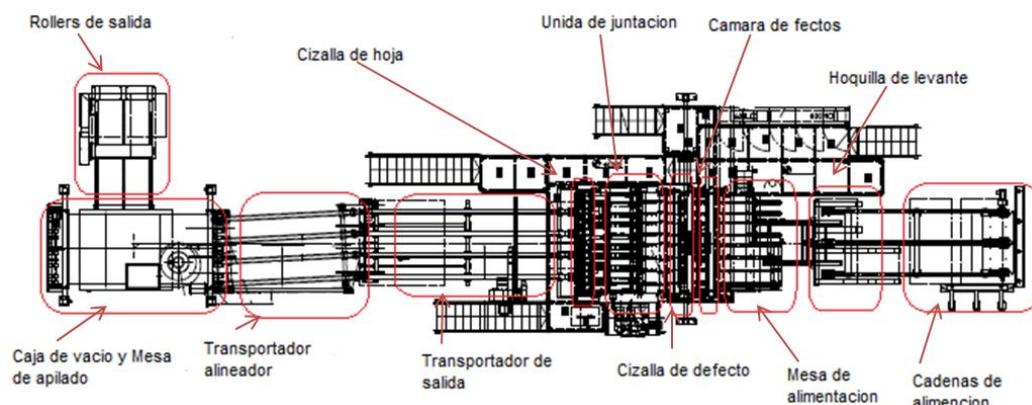
Figura 2.3: Layout línea de ensamblado



Fuente: Documentos de la planta

Componentes del proceso:

Figura 2.4: Componentes línea de ensamble



Fuente: Arauco, manual de capacitación

1. Transportador de cadenas: Su función es el traslado de las pilas con la chapa a ensamblar hacia una horquilla de levante.

Imagen 2.1: Transportador de cadenas



Fuente: Arauco, manual de capacitación

2. Horquilla de levante: Su función es elevar la pila de manera que la parte superior quede al nivel de la mesa de alimentación y con una inclinación de 110° aproximadamente, para facilitar la alimentación.

Imagen 2.2: Horquilla de levante



Fuente: Arauco, manual de capacitación

3. Mesa de alimentación: Corresponde al lugar en donde se deposita y alinea la chapa para ser alimentada manualmente.

Imagen 2.3: Mesa de alimentación



Fuente: Arauco, manual de capacitación

4. Cámara de defectos: Su función es detectar las zonas con defectos a través de una cámara la cual trabaja en conjunto con unas barras foto emisoras que detectan la zona defectuosa y la elimina con la cizalla de defectos.

Imagen 2.4: Cámara de defectos



Fuente: Arauco, manual de capacitación

5. TIPPLE: Este dispositivo trabaja de forma sincronizada con los cuchillos de defectos y consta de un temposonic, el cual en posición arriba deriva las chapas a ensamblar y en posición abajo el desecho a la cinta del astillador.

Imagen 2.5: TIPPLE



Fuente: Arauco, manual de capacitación

6. Cizalla de defectos: Su función es eliminar las zonas defectuosas por medio de cuchillos ubicados en la parte superior e inferior, los cuales actúan sobre una barra fija (contra cuchillo) eliminando el desecho hacia la cinta del astillador seco.

Imagen 2.6: Cizalla de defectos



Fuente: Arauco, manual de capacitación

7. Pistolas de adhesivo: Su función es unir las chapas libres de defectos cortadas en la etapa anterior, en los cantos de la chapa. Esta unión se realiza a través de 10 puntos de cola que envía el equipo Nordson a una temperatura de 140°C aproximadamente, que evitan el desplazamiento paralelo a la unión y la superposición de las chapas (traslape).

Imagen 2.7: Pistolas de adhesivo



Fuente: Arauco, manual de capacitación

8. Soplador de aire: Su función es enviar aire en forma indirecta a los puntos de cola a través de unos ductos para su enfriamiento.

Imagen 2.8: Soplador de aire



Fuente: Arauco, manual de capacitación

9. Calefactor de hilos termofundentes: Su función es unir las chapas con ocho hilos termo fundentes con el objeto de producir una chapa resistente y que permita su manipulación sin riesgo de destrucción por el traslado y armado en encolado.

Imagen 2.9: Calefactor de hilos termo fundente



Fuente: Arauco, manual de capacitación

10. Rodillos de refrigeración: Su función es enfriar los hilos termo fundentes haciendo circular agua a baja temperatura por el interior de los rodillos que vienen del equipo de refrigeración, prensando los hilos contra la chapa.

Imagen 2.10: Rodillos de refrigeración



Fuente: Arauco, manual de capacitación

11. Cizalla de hoja: Su función es cortar en forma automática los paños de un ancho preestablecido según formato programado, esto mediante una guillotina que trabaja con dos cuchillos.

Imagen 2.11: Cizalla de hoja



Fuente: Arauco, manual de capacitación

12. Transportador de salida: Su función es trasladar los paños sobre cintas transportadoras que están en continuo movimiento.

Imagen 2.12: Transportador de salida



Fuente: Arauco, manual de capacitación

13. Transportador alineador: Su función es trasladar el paño y en forma simultánea lo alinea, para que llegue a la etapa siguiente (sierra).

Imagen 2.13: Transportador alineador



Fuente: Arauco, manual de capacitación

14. Sierra: Corta el paño simétricamente en sentido perpendicular a la fibra, de manera de obtener las llamadas chapas cortas de 4x8 pies.

Imagen 2.14: Sierra



Fuente: Arauco, manual de capacitación

15. Transportador de vacío: Su función es trasladar las chapas suspendidas por succión, este traslado lo hacen cuatro correas planas, para depositarlas en el apilador.

Imagen 2.15: Transportador de vacío



Fuente: Arauco, manual de capacitación

16. Mesa de apilado (stacker): Su función es apilar las chapas que han sido previamente cortadas, una vez completa la pila es evacuada por medio de unos rodillos hacia los rollers de salida.

Imagen 2.16: Mesa de apilado (stacker)



Fuente: Arauco, manual de capacitación

17. Rollers de evacuación: Recibe las pilas llenas provenientes del apilador de chapas, el movimiento de este es gracias a la inclinación de 184° que posee los rollers, desde donde son evacuados con una grúa horquilla.

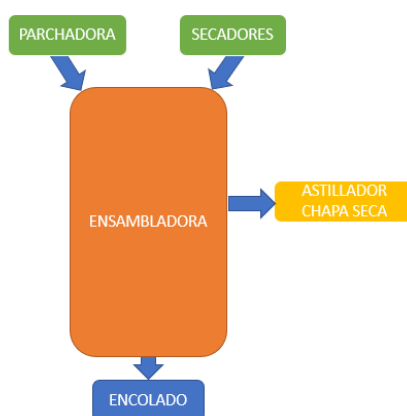
Imagen 2.17: Rollers de evacuación



Fuente: Arauco, manual de capacitación

Flujo del proceso en ensamblado

Figura 2.5: Flujo proceso ensamblado



Fuente: Elaboración propia

2.6.2. Proceso encolado

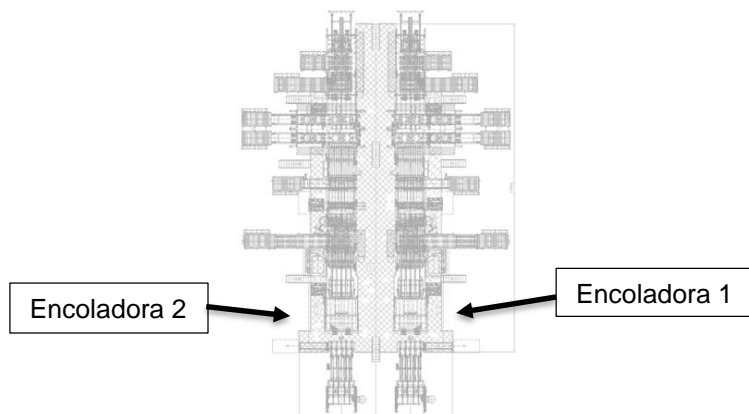
En esta etapa es donde se consolidan los tableros, ya que acá se conforman de acuerdo con la calidad y espesores requeridos de producción.

El equipo se alimenta de chapa proveniente de las canchas de acopio después de los secadores, las que deben tener a lo menos 24 horas de reposo, pueden tener diferentes dimensiones y calidades o composición. Este material debe ser previamente clasificado y no presentar defectos o falta de chapa.

Para la aplicación del adhesivo las chapas deben pasar por la línea de encolado, en donde el cabezal de extrusión aplica el adhesivo sobre cada una de ellas excepto en la chapa cara. El adhesivo utilizado proviene de Oxiquim.

Las chapas encoladas llegan a la zona de armado en donde se conforma el tablero agregando la chapa cara. Desde acá los tableros armados son enviados a la línea de pre prensado.

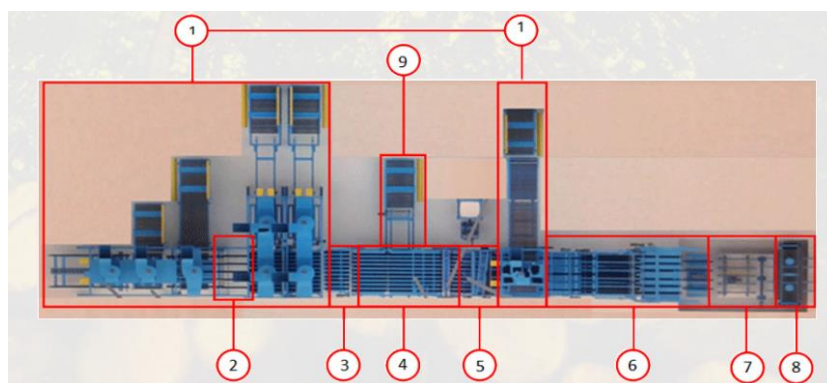
Figura 2.6: Layout línea 1 de encolado



Fuente: Documentos de la planta

Unidades proceso en encolado:

Figura 2.7: Unidades proceso encolado



Fuente: Arauco, manual de capacitación

1. Unidad de alimentación o stacker de alimentación: Estas unidades son las encargadas de recibir los lotes de chapas desde las canchas de acopio después de los secadores o las ensambladoras.

Esta alimentación se realiza a través de grúa horquilla en los diferentes stacker, luego los lotes avanzan por los transportadores de alimentación hasta la mesa de levante, la cual eleva la carga para que las chapas puedan ser tomadas por los succionadores donde las chapas son trasladadas por los transportadores de vacío.

Cada encoladora cuenta con seis stackers que se describen a continuación:

STACKER N°1: Se alimenta de chapa larga invertida (larga interior invertido)

STACKER N°2: Se alimenta de chapa larga normal (larga interior normal)

STACKER N° 3: Se alimenta de chapa larga invertida (trascara)

STACKER N° 4: Se alimenta de chapa corta (corta o composer)

STACKER N° 5: Se alimenta de chapa corta (corta o composer)

STACKER N° 6: Se alimenta de chapa larga normal (cara)

2. Transportadores de traspaso: Se encarga de avanzar las chapas alimentadas desde los diferentes stacker hacia la estación cuádruple.

Imagen 2.18: Transportadores de traspaso



Fuente: Arauco, manual de capacitación

Acá encontramos los siguientes transportadores:

- Transportador de cinta n°1: Su función es recibir las chapas de los stacker 1 y 2 y llevarlos al siguiente transportador de cintas de traspaso.
- Transportador de cinta n°2: Este recibe las chapas del transportador de cinta n°1 y las traslada al transportador cuádruple.

- Transportador de cinta n°3: Su función es recibir la chapa del stacker n°3 y llevarla al transportador cuádruple.
 - Transportador de cinta n°4: Este se encarga de recibir la chapa del stacker n°4 y llevarlo al transportador cuádruple.
3. Transportador cuádruple: Este transportador consta de cuatro niveles de recepción de chapa, siendo destinado dos de estos a chapa larga y dos niveles destinados a chapa corta o ensamblada. Estando la chapa en esta sección, está en condiciones de ser ingresada a la línea principal.

Imagen 2.19: Transportador cuádruple



Fuente: Arauco, manual de capacitación

Este transportador se sub-divide enumerándolos desde la parte superior hacia la inferior de la siguiente forma:

- Transportador de cinta nivel n°1: Este recibe las chapas cortas del stacker n°5
 - Transportador de cinta nivel n°2: Este recibe las chapas del stacker n°4
 - Transportador de cinta nivel n°3: Este recibe las chapas de los stacker n°1 y 2
 - Transportador de cinta nivel n°4: Este recibe las chapas del stacker n°3
4. Línea principal: Aquí se conforman los tableros de acuerdo con la secuencia dada por la receta cargada en el programa de la pantalla principal. Esta línea principal del equipo se sub-divide en cinco unidades que son las siguientes:

- Transportador Tipple: Su función es ir a buscar las chapas largas y cortas en forma alternada para así configurar el tablero de acuerdo con la receta ingresada.
 - Transportador desviador: Su función es enviar las chapas dañadas o fuera de estándar de acuerdo con los criterios de calidad, al buzón de rechazo.
 - Alineador de bordes: La función de esta unidad es de enderezar la chapa, generando un canto alineado, el cual sirve de canto duro.
 - Rodillos con ruedas presionadoras: Acá las chapas son presionadas por la rueda contra el rodillo, generando un movimiento hacia los lados para centrar las chapas.
 - Cintas presionadoras: Su función es extender las chapas lo mejor posible sobre el transportador principal, para evitar la ondulación de las chapas.
5. Cabezal de extrusión: Es en esta etapa donde se les aplica el adhesivo a todas las chapas en la parte superior, por medio de boquillas en forma de cordones uniformes y constantes.

Imagen 2.20: Cabezal de extrusión



Fuente: Arauco, manual de capacitación

6. Transportador de chapa cara: Este transportador recibe las chapas del stacker n°6 las cuales son las únicas que no llevan adhesivo y deja estas chapas esperando antes de la mesa de armado, hasta cuando sean requeridas para el armado del tablero, de acuerdo con la receta ingresada.
7. Estación de armado: En esta unidad se arman los tableros, tanto con las chapas encoladas largas y cortas en forma alternada, como así también con la chapa

cara, disponiéndolas en forma contrachapadas para dar de esta forma la resistencia mecánica a los tableros.

Imagen 2.21: Estación de armado



Fuente: Arauco, manual de capacitación

8. Mesa de traspaso: Corresponde a una mesa elevadora en la cual se depositan los lotes armados. Esta mesa baja y evacua los lotes de acuerdo con el número requerido de tableros, para luego trasladarlos hacia la pre-prensa.

Imagen 2.22: Mesa de traspaso



Fuente: Arauco, manual de capacitación

9. Estación de rechazo: Es a través de esta unidad en la cual se evacuan todas las chapas que no cumplen con los criterios de calidad y son rechazadas, las cuales pueden ser enviadas a re-proceso.

Imagen 2.23: Estación de rechazo



Fuente: Arauco, manual de capacitación

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

3.1. ¿Qué es el lean manufacturing?

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. (Hernández & Vizán, 2013)

Su objetivo final es el de generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto. La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica. (Hernández & Vizán, 2013)

3.2. Orígenes del lean manufacturing

El origen del Lean Manufacturing se encuentra en el momento en que las empresas japonesas adoptaron una cultura, que se mantiene hasta nuestros días, consistente en buscar obsesivamente la forma de aplicar mejoras en la planta de fabricación a nivel de puesto de trabajo y línea de fabricación, todo ello en contacto directo con los problemas y contando con la colaboración, involucración y comunicación plena entre directivos, mandos y operarios. En esa búsqueda adoptaron plenamente los principios de la calidad total y mejora continua, logrando un cambio de mentalidad que no se

produciría hasta décadas después en las fábricas de occidente. (Hernández & Vizán, 2013)

3.3. Metodología 5S

3.3.1. Descripción de la metodología

Técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo. (Hernández & Vizán, 2013)

El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen la herramienta y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito. (Hernández & Vizán, 2013)

Esta técnica produce resultados tangibles y cuantificables para todos, con gran componente visual y de alto impacto en un corto plazo de tiempo. Es una forma indirecta de que el personal perciba la importancia de las cosas pequeñas, de que su entorno depende de él mismo, que la calidad empieza por cosas muy inmediatas, de manera que se logra una actitud positiva ante el puesto de trabajo. (Hernández & Vizán, 2013)

Su implantación tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa y que afectan, decisivamente, a la eficiencia de esta:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, técnicas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalajes, etc.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones sencillas de operación.
- Número de averías más frecuentes de lo normal
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales y utillajes.
- Falta de espacio en general.

El principio de las 5S puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes y adoptar una cultura nueva a efectos de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo, de la calidad y de los objetivos generales de la organización. Es por lo que es de suma importancia la aplicación de la estrategia de las 5S como inicio del camino hacia una cultura Lean. (Hernández & Vizán, 2013)

3.3.2. Descripción 5S

Eliminar (Seiri)

La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta clave es: “¿es esto útil o inútil?”. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. (Hernández & Vizán, 2013)

Ordenar (Seiton)

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. (Hernández & Vizán, 2013)

La implantación de seiton involucra:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa. (Hernández & Vizán, 2013)

Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia,

dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo. (Hernández & Vizán, 2013)

Limpieza e inspección (Seiso)

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación implica:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”. Se trata de dejar las cosas como “el primer día”. (Hernández & Vizán, 2013)

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir. (Hernández & Vizán, 2013)

Otro punto clave a la hora de limpiar es identificar los focos de suciedad existentes (como los lugares donde se producen con frecuencia virutas, caídas de piezas, pérdidas de aceite, etc.) para poder así eliminarlos y no tener que hacerlo con tanta frecuencia, ya que se trata de mantener los equipos en buen estado, pero optimizando el tiempo dedicado a la limpieza. (Hernández & Vizán, 2013)

Estandarizar (Seiketsu)

La fase de seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. El principal enemigo del seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. (Hernández & Vizán, 2013)

Ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
 - Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.
 - Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.
 - Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
 - Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.
- (Hernández & Vizán, 2013)

Disciplina (Shitsuke)

Shitsuke se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligada al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil y difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación. El líder de la implementación de mejora continua establecerá diversos sistemas o mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, luces y alarmas para detectar fallos, tapas transparentes en las

máquinas para ver su interior, utillajes de colores según el producto o la máquina, etc. (Hernández & Vizán, 2013)

3.3.3. Beneficios esperados

Los beneficios de esta metodología se reflejan en el rendimiento de los empleados, así como también en los espacios de trabajo, entre estos beneficios encontramos:

- Involucrar a todos los empleados en una herramienta eficaz y sencilla.
- Ayudar en la eliminación de desperdicios.
- Reducir los riesgos de accidentes.
- Reducir el estrés de los empleados al no tener que hacer tareas frustrantes.
- Mejora de los procesos de comunicación interna.
- Reducir el tiempo de búsqueda de los elementos que se necesitan.
- Suavizar el flujo de trabajo.
- Mejorar la disposición ante el trabajo.
- Proveer un proceso sistemático para la mejora continua.
- Menos movimientos y traslados inútiles.
- Aumentar la fiabilidad de las entregas debido a los retrasos.
- Mejorar la imagen ante los clientes.
- Menor nivel de existencias almacenadas.
- Mejor identificación de los problemas.
- Contribuir a desarrollar buenos hábitos. (Cruelles, 2015)

3.4. Metodología SMED

3.4.1. Descripción de la metodología

SMED por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies), es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Estos cambios implican la eliminación de ajustes

y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ajuste/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales. (Hernández & Vizán, 2013)

Los métodos rápidos y simples de cambio eliminan la posibilidad de errores en los ajustes de técnicas y útiles. Los nuevos métodos de cambio reducen sustancialmente los defectos y suprimen la necesidad de inspecciones. Con cambios rápidos se puede aumentar la capacidad de la máquina. Si las máquinas se encuentran a plena capacidad, una opción para aumentarla, sin comprar máquinas nuevas, es reducir su tiempo de cambio y preparación. (Hernández & Vizán, 2013)

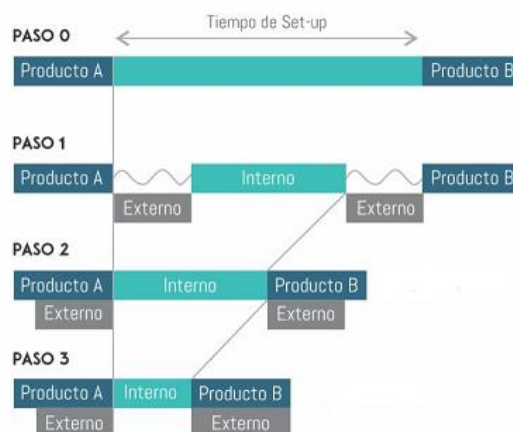
SMED hace uso de las técnicas de calidad para resolución de problemas como el análisis de Pareto, las seis preguntas clásicas ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Dónde?, ¿Quién?, ¿Cuándo? y los respectivos ¿Por qué? Todas estas técnicas se usan a los efectos de detectar posibilidades de cambio, simplificación o eliminación de tareas de preparación a partir de identificar la causa raíz que determinan tiempos elevados de preparación o cambio de técnicas. En este sentido conviene tener presente las posibles causas que originan tiempos elevados de cambio:

- La terminación de la preparación es incierta.
- No se ha estandarizado el procedimiento de preparación.
- Utilización de equipos inadecuados.
- No haber aplicado la mejora a las actividades de preparación.
- Los materiales, las técnicas y las plantillas no están dispuestos antes del comienzo de las operaciones de preparación.
- Las actividades de acoplamiento y separación duran demasiado.
- Número de operaciones de ajuste elevado.
- Las actividades de preparación no han sido adecuadamente evaluadas.
- Variaciones en los tiempos de preparación de las máquinas. (Hernández & Vizán, 2013)

Para llevar a cabo una acción SMED, las empresas deben acometer estudios de tiempos y movimientos relacionados específicamente con las actividades de preparación. (Hernández & Vizán, 2013)

3.4.2. Pasos para aplicar SMED

Figura 3.1: Pasos metodología SMED



Fuente: (Atlas consultora, 2021)

Paso 0: Análisis detallado

Este paso consiste en conocer el producto, la operación, la máquina, la distribución en planta (layout), obtener datos históricos de los tiempos de preparación, observar los procesos de set up in situ. Mediante este análisis se puede detectar aquellas actividades de preparación críticas y que deben de ser modificadas a fin de reducir el tiempo muerto involucrado en ella.

Paso 1: Separar actividades de preparación internas y externas

Por preparación interna, se entienden todas aquellas actividades que para poder efectuarlas requiere que la máquina se detenga. En tanto que la preparación externa se refiere a las actividades que pueden llevarse a cabo mientras la máquina funciona. El principal objetivo de esta fase es separar la preparación interna de la preparación

externa, y convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa.

Paso 2: Convertir actividades internas a externas

Una vez identificadas y clasificadas las actividades de cambio es momento de analizar qué actividades internas pueden ajustarse o realizarse antes y/o después de la detención de la máquina y de esta manera agilizar el tiempo de trabajo y aligerar la carga laboral.

Paso 3: Optimizar las actividades internas y externas

Consiste en analizar cada una de las actividades tanto internas como externas de manera de poder optimizarlas. Es necesario elaborar planes de acción para mejorar la forma de hacer las cosas, definiendo para ello responsables, que se va a hacer, quién lo va a hacer y cuando debe de realizarlo.

Paso 4: Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento

El último paso consiste en la elaboración de manuales de procedimientos, en cuyo documento se identifique cada tarea involucrada en el set up, con esto entonces se podrá estandarizar la forma de trabajo, de modo que esta se mantenga en el tiempo.

3.4.3. Beneficios esperados

Dentro de los beneficios esperados que otorga el desarrollo de esta metodología en una empresa se encuentran:

- Reducción del tiempo de cambio.
- Incremento de la disponibilidad de maquina
- Reducción de stocks y facilitar el control de inventario
- Incrementar el espacio disponible
- Disminuir los desplazamientos, manipulaciones, etc
- Reducir el tiempo de respuesta
- Disminuir obsolescencias, defectos en operaciones auxiliares, etc.

- Incrementar el compromiso de la persona con su trabajo.
- Fomentar la puesta en común de los conocimientos de los implicados.
- Utilizar la creatividad de las personas.

En resumen, flexibilizar el sistema productivo, optimizar los recursos disponibles y mejorar la cultura industrial, es decir, ser más competitivos. (Pro-Optim, 2016)

3.5. Propuesta metodológica integral

Para la implementación de la metodología 5S, se consideró como proceso piloto lo realizado en la línea de pintura 2 en la planta, en donde con el apoyo de algunos practicantes, durante el primer semestre de 2022, se aplicó cada uno de los pasos de la metodología 5S, obteniendo resultados positivos.

Se escala el desarrollo de la metodología a otros procesos (encolado y ensamblado) para abordar problemas tales como tiempos de eficiencia del trabajo, sobreesfuerzos, accidentes, desorden de recursos, elementos innecesarios en el área y suciedad.

Para el desarrollo de la metodología en estas dos áreas, se identificaron algunos recursos y actividades críticas, las cuales fueron estudiadas de forma de desarrollar propuestas de mejora para estas. Luego de desarrollar estas propuestas, se generó un plan de limpieza para lo cual se realizó una zonificación de cada área y una distribución de turnos por zona, como una forma de otorgar responsables y controlar el cumplimiento y mantenimiento de este plan de limpieza en el tiempo. Este plan de limpieza fue estandarizado y se diseñaron fichas de control procesos para evaluar en un futuro el cumplimiento de los estándares una vez que se implementen las mejoras propuestas.

Los problemas enfocados a pérdidas de producción por máquina detenida fueron abordados desde un enfoque SMED, siguiendo cada uno de los pasos de la metodología para proponer soluciones y lograr disminuir estos tiempos muertos en actividades de set up. Acá se analizaron bases de datos de tipos de fallas ocurridas por área, las que provocan tiempos muertos, estas fueron estudiadas de forma de determinar a cuáles de ellas era posible una solución SMED. Luego de desarrollar

propuestas, estas fueron estandarizadas utilizando procedimientos operativos estándar (SOP).

Metodología integral de trabajo:

Para el desarrollo de la metodología 5S y SMED, se siguió la siguiente metodología de trabajo:

Tabla 3.1: Metodología integral de trabajo

Pasos	Detalles
a) Análisis de las áreas a mejorar	Layout, responsabilidades, problema, factor de operación.
b) Observaciones in situ en el lugar de trabajo	Observación de recursos con oportunidades de clasificación, orden y limpieza.
c) Entrevistas con operadores	Opinión de los operadores acerca del orden y limpieza en el área y oportunidades que visualizan.
d) Clasificación de recursos y procesos críticos	Clasificar recursos y procesos críticos para determinar la forma de solución.
e) Desarrollo de oportunidades de mejora	Desarrollo de propuestas de mejora mediante el análisis de los recursos en el área.
f) Análisis de tiempos muertos por área	Uso de bases de datos SEP (base de datos con detalle de tiempos muertos)
g) Clasificación de fallas significativas	Clasificación de fallas significativas para determinar en cuales es posible una solución mediante el enfoque SMED
h) Desarrollo oportunidades de mejora SMED	Desarrollo propuestas de mejora con enfoque en reducir tiempos muertos.
i) Análisis impacto propuestas de mejora	Impacto de las mejoras sobre disminución de traslados, riesgos, limpieza, tiempos de máquina detenida, factor de operación.
j) Desarrollo plan de limpieza	Zonificación de áreas y desarrollo de plan de limpieza
k) Estandarización	Estandarización de mejoras por zona
l) Control procesos	Diseño de fichas de control procesos y distribución de turnos para el control

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4: PLAN DE ACCION

Este capítulo tiene por objetivo dar a conocer el trabajo realizado para el desarrollo de propuestas siguiendo la metodología 5S, además de la generación de propuestas con enfoque SMED para la reducción de tiempos muertos en las áreas de ensamblado y encolado.

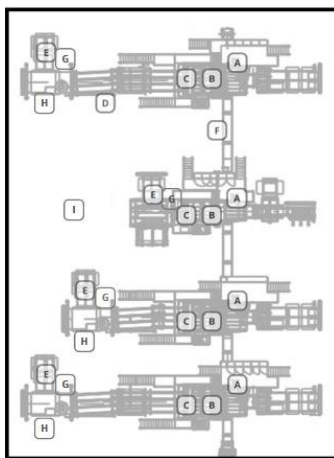
El procedimiento que se siguió para el desarrollo de cada una de las propuestas de mejora consta de 4 etapas de análisis, descripción de la situación actual, caracterización del problema, propuesta de mejora e impacto de la propuesta.

4.1. Descripción de la situación actual de las áreas a mejorar

4.1.1. Área de ensamblado

Layout ensamblado:

Figura 4.1: Layout ensamblado y zonas referenciales



Fuente: Elaboración propia

Descripción zonas referenciales:

- (A): Operación ensambladora
- (B): Reposición bobinas de hilo termo fundentes
- (C): Carga de adhesivo hot melt (equipos nordson)
- (D): Stock de adhesivo y bobinas de hilo
- (E): Evacuación lotes

(F): Astilladero

(G): Panel de control evacuación pilas

(H): Alimentación de bottom plate en apilador (stock para la línea)

(I): Stock y clasificación de bottom plate

Descripción responsabilidades:

El área de ensamblado consta de 4 ensambladoras, en cada ensambladora trabaja un operador, además de 2 ayudantes que trabajan en toda el área. En total 6 personas trabajan en toda el área de ensamblado por turno. Entre las tareas principales que debe llevar a cabo el operador y ayudante se encuentran:

Tabla 4.1: Tareas principales en ensamblado

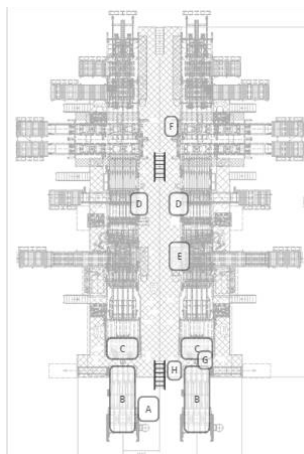
Tarea	Responsable
Operación ensambladora	Operador de la línea
Reposición bobinas de hilo	Operador de la línea
Evacuación de pilas	Operador de la línea
Marcado de lotes	Operador de la línea
Instalación de bottom plate en apilador	Operador de la línea
Limpieza ensambladora	Operador de la línea
Astillado de chapa seca	Ayudante
Preparación y recarga de pistolas de anilina	Ayudante
Acumulación de rechazos	Ayudante
Limpieza del área	Ayudante
Clasificación de bottom plate	Ayudante
Distribución de bottom plate a cada línea	Ayudante
Recarga de adhesivo hot melt	Ayudante
Relevos para operación de la ensambladora	Ayudante

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Área de encolado

Layout encolado:

Figura 4.2: Layout encolado y zonas referenciales



Fuente: Elaboración propia

Descripción zonas referenciales:

- (A): Toma de gramaje
- (B): Pre-prensa
- (C): Armado de tableros
- (D): Operación encoladoras
- (E): Lavado con pistolas (nivel de piso)
- (F): Guardado de probetas y placa
- (G): Tineta para lavado de guantes
- (H): Lavamanos

Descripción de responsabilidades:

El área de encolado consta de dos líneas, cada línea posee dos encoladoras. En cada línea trabajan dos operadores b, dos operadores c y dos ayudantes. En total trabajan seis personas por línea. Entre las tareas principales que deben llevar a cabo los operadores y ayudantes del área están:

Tabla 4.2: Tareas principales en encolado

Tarea	Responsable
Control encoladora en panel de control	Operador b
Coordinar cambios de espesor/formato	Operador b
Lavado de cabezal	Operador b
Armado de tableros	Operador c o ayudante
Clasificación de chapas	Operador c o ayudante
Limpieza del área	Operador c o ayudante
Gramaje	Operador c o ayudante
Lavado de filtros	Operador c o ayudante
Relevos de control en panel de control	Operador c

Fuente: Elaboración propia

Los operadores c y ayudantes de cada línea se turnan para realizar las actividades, hacen relevos para armar tableros y el que está libre realiza las demás tareas. La diferencia está en que el operador c además realiza los relevos del operador b.

4.2. Caracterización del problema en las áreas a mejorar

4.2.1. Área de ensamblado

En el área se observaron algunas actividades críticas, actividades en que no tienen un orden definido para llevarse a cabo, recursos sin lugar propio, sobreesfuerzos por parte de los operadores en realizar algunas actividades, todo esto hace perder eficiencia del trabajo realizado en el área.

Por otro lado, en el área existe demasiado tiempo muerto, en el mes de septiembre existieron 1029,94 horas de tiempo muerto (datos obtenidos de complemento SEP), con lo que el factor de operación del área es de 63,73 por ciento. Este factor de operación impacta sobre la productividad de toda la planta, ya que la baja producción de chapa ensamblada provoca tiempo muerto por flujo de lotes en encolado, lo que provoca una baja productividad de toda la planta.

4.2.2. Área de encolado

En el área se observaron algunas actividades críticas, actividades que involucran demasiados traslados del operador, subir y bajar escaleras con las manos ocupadas, grandes cantidades de agua consumidas en procesos de lavado, así como también generación de residuos industriales líquidos, considerando que una de las metas de la planta está en la reducción de todo tipo de residuos. Además, se observaron algunos lugares con posibilidad de accidentes y recursos sin lugar propio.

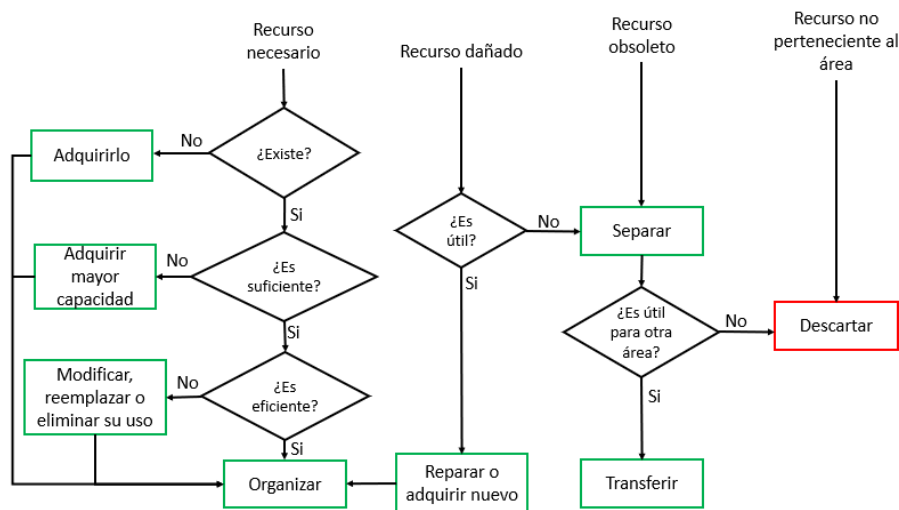
Por otro lado, en el área existe demasiado tiempo muerto, en el mes de septiembre existieron 716,68 horas de tiempo muerto (datos obtenidos de complemento SEP), con lo que el factor de operación del área es de 74,76 por ciento. Este factor de operación impacta sobre la productividad en el área prensa, en espera de material encolado.

4.3. Propuesta de mejora

Se propone desarrollar propuestas de mejora para los espacios físicos de cada área con un enfoque 5S, además de realizar un estudio de tiempos muertos más significativos por área y desarrollar para estas propuestas con enfoque SMED. Para el desarrollo de oportunidades 5S se propuso el uso de procedimientos o diagramas de flujo de manera de poder ir clasificando cada actividad, recurso o falla crítica observada en el área y de esta forma encontrar la mejor forma de darle solución.

Para el desarrollo de oportunidades 5S fue necesario identificar aquellas actividades y recursos críticos utilizados en el área, para los cuales se realizó un diagnóstico con respecto a su clasificación y orden en el lugar de trabajo. Para este análisis se utilizó el siguiente procedimiento:

Figura 4.3: Procedimiento para clasificar y ordenar oportunidades 5S

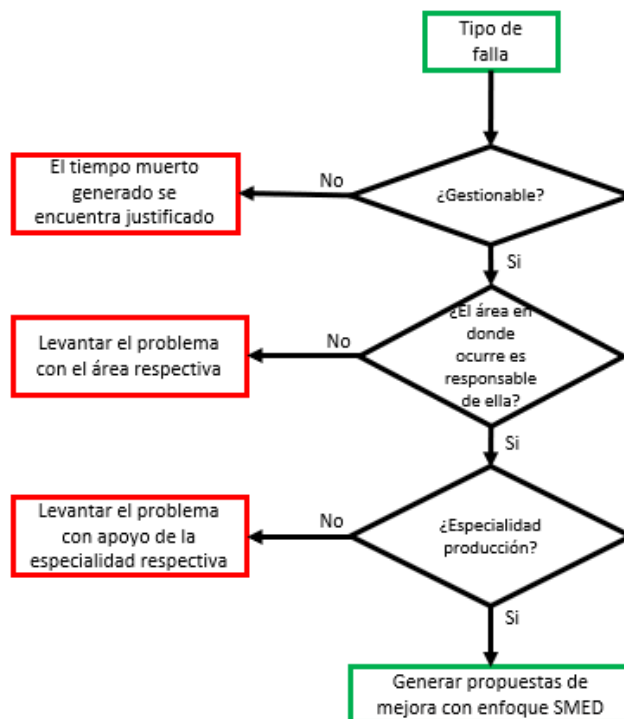


Fuente: Elaboración propia

Los recursos o actividades críticos observados en las áreas fueron analizados bajo el procedimiento expuesto, primero se identificó y clasificó a estos como necesario, dañado, obsoleto o no perteneciente al área, para luego a partir de esta clasificación continuar preguntando en el procedimiento y así identificar qué medidas tomar para lograr una mayor organización, orden y limpieza de las distintas áreas.

Para el desarrollo de oportunidades SMED, se utilizó bases de datos SEP de la planta, la cual entrega detalle de las fallas que provocan tiempos muertos en cada una de las áreas. A partir de estas bases de datos, fue posible identificar de mayor a menor las fallas más significativas en cada área (mayor tiempo muerto). Con este orden entonces se fueron clasificando las fallas según lo siguiente:

Figura 4.4: Procedimiento para generar propuestas con enfoque SMED



Fuente: Elaboración propia

Se fue entonces clasificando cada una de las fallas para descartar y seleccionar aquellas que permiten generar soluciones con enfoque SMED para reducir su tiempo muerto.

4.4. Impacto de las propuestas

Se espera obtener un mayor orden del espacio físico en el área, reduciendo de esta forma accidentes, traslados, aumentar el clima laboral y con ello la eficiencia del trabajo realizado por los operadores en el área.

Mediante las propuestas SMED se espera poder disminuir el tiempo muerto de las áreas, lo cual permita aumentar el flujo productivo de estas y con ello el de toda la planta.

Todas estas mejoras permitirán aumentar el factor de operación de las áreas y con ello aumentar la productividad de toda la planta.

4.5. Desarrollo metodología 5S en ensamblado

Primero, los recursos y actividades críticas fueron clasificadas de acuerdo con el procedimiento 5S de la figura 4.3, de esta forma se determinó la forma de organizar estos, dependiendo del tipo de actividad, si involucra tiempo muerto se combinó el desarrollo de mejoras 5S junto con el enfoque SMED, de modo de lograr un impacto mayor sobre la productividad.

Las propuestas 5S fueron clasificadas en base a 4 objetivos:

1. Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes
2. Lugar y orden definido para recursos
3. Eliminar innecesarios
4. Aumentar la limpieza del área

Los recursos y actividades críticos observados se presentan a continuación, estos fueron clasificados de acuerdo con su tipo y objetivo que se quiere alcanzar, además de la acción a realizar para darle solución, luego de organizar cada recurso o actividad, se les otorgó un orden a estos en el área.

Tabla 4.3: Recursos y actividades críticas observadas para oportunidades 5S

Recurso/Actividad	Tipo de recurso/actividad	Existe	Suficiente	Eficiente	Útil	Útil para otra área	Acción	Involucra tiempo muerto	Objetivo
Alimentación bottom plate sobre mesa de apilado	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	Si	Reducción de sobreesfuerzos y accidentes
Alimentador de bottom plate en línea 4	Obsoleto					No	Descartar	Si	Eliminar innecesarios
Almacenaje de bottom plate malos	Necesario	No					Adquirirlo	No	Lugar y orden definido para recursos
Astilladero	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	No	Aumentar la limpieza del área
Carro para reposición de adhesivo hot melt	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	No	Reducción de traslados y accidentes
Depósito para cartones	Dañado				Si		Reparar o adquirir nuevo	No	Lugar y orden definido para recursos
Mueble para arnés	Necesario	No					Adquirirlo	No	Reducción de traslados
Pallet para almaceaje de bobinas de hilo y adhesivo hot melt	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	No	Reducción de sobreesfuerzos y accidentes
Percheros	Necesario	No					Adquirirlo	No	Lugar y orden definido para recursos
Preparación de pistolas de anilina	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	No	Reducción de traslados
Recurso para almacenar pistolas de anilina	Necesario	No					Adquirirlo	Si	Reducción de traslados
Recurso para recibir rechazos al final de cada línea	Necesario	No					Adquirirlo	No	Reducción de sobreesfuerzos y accidentes
Reposición bobinas nuevas de hilo	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	Si	Reducción de traslados

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, el desarrollo de cada una de las propuestas 5S en el área se presenta a continuación, clasificadas de acuerdo con su objetivo principal que se quiere alcanzar.

4.5.1. Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes

4.5.1.1. Preparación y uso de pistolas de anilina

Descripción de la situación actual: Cada vez que se completa un lote de chapas este debe ser evacuado y posteriormente marcado con una pistola de anilina. La preparación de anilina es llevada a cabo por el ayudante del área al inicio del turno, la cual prepara directamente en las pistolas espray para el marcaje de lotes y las distribuye hacia la zona de evacuación de cada línea.

Imagen 4.1: Pistola espray y anilina



Fuente: Elaboración propia

Imagen 4.2: Operador marcando lote con anilina



Fuente: Elaboración propia

Caracterización del problema: No existe un lugar definido ni habilitado en el área para la preparación de anilina, tampoco existe un acceso de agua exclusivo para la preparación de esta, el ayudante para realizar esta tarea debe cargar agua desde los dispensadores (bebederos) de agua que se encuentran en la zona operacional, muchas veces manchan el bebedero con anilina creando suciedad en el área, además considerando que de ese dispensador ellos sacan agua para beber, no se considera una actividad muy higiénica.

Para añadir la anilina a las pistolas spray no existe una cuchara o herramienta por lo que el ayudante utiliza pedazos de madera como superficie para medir y añadir el polvo de anilina en las pistolas.

Una vez que la anilina se ha preparado, el ayudante las debe distribuir hacia las zonas de evacuación de cada línea, actualmente no existe una superficie en donde almacenar estas pistolas, los ayudantes las dejan en el suelo o colgadas en las rejas de evacuación de lotes, por lo que algunas veces se pierden por dejarlas en otros lugares o las sacan de otras líneas, no manteniéndose un orden para estas.

Todo esto provoca suciedad en el área, desorden y desperdicio de tiempo en traslados por la ausencia de un lugar determinado para esta preparación y almacenaje de pistolas.

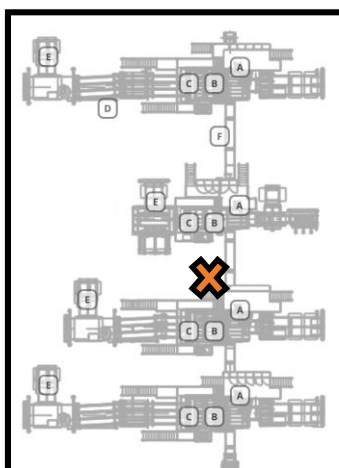
Imagen 4.3: Pistolas spray de anilina en el piso en zona evacuación de lotes



Fuente: Elaboración propia

Propuesta: Se propone volver a habilitar una mesa que se encuentra en el área, la cual antiguamente era utilizada para la preparación de anilina, sin embargo, dejó de ser utilizada ya que al no tener un acceso de agua el ayudante de igual forma tenía que subir a la zona operacional a cargar agua en las pistolas. Se propone pintar esta mesa con pintura antiadherente de modo que sea de fácil limpieza. Por otro lado, se propone habilitar un sistema de agua exclusivo para la preparación de anilina. Junto a la ensambladora 2, existe una conexión de agua, la cual puede ser habilitada e instalar una llave en ella para el llenado de las pistolas spray. Además, en esta área se propone habilitar un dispensador para la anilina, de modo de dar mayor orden en la disponibilidad de este recurso.

Figura 4.5: Ubicación propuesta zona de preparación de anilina



Fuente: Elaboración propia

Esta mesa debe ser señalizada con un letrero que indique “Mesa para preparación de anilina” además el dispensador debe indicar “Dispensador para anilina”. De esta forma, todos los operadores conocerán la funcionalidad de cada elemento en el área.

Figura 4.6: Estado actual y propuesto para preparación de anilina



Fuente: Elaboración propia

Se propone también habilitar buzones para pistolas espray de anilina en zonas de marcaje de cada línea, los cuales también sean señalizados con un letrero que indique “Buzón para pistola de anilina”

Figura 4.7: Estado actual y propuesto para guardado de pistolas espray de anilina



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Con esta propuesta, se logrará obtener un mayor orden en el proceso de preparación y llenado de anilina en pistolas espray, facilitando y aumentando la eficiencia de este proceso por parte del ayudante. Además de obtener mayor limpieza al tener un acceso de agua exclusivo para ello y eliminar cualquier tipo de suciedad en los bebederos.

Para el caso del uso de un dispensador para polvos de anilina, se logrará facilidad en el llenado de pistolas y así facilitar la preparación de esta. Con los buzones para pistolas de anilina, se obtendrá un mayor orden en el almacenaje de estas, evitando su deterioro, y aumentando la eficiencia en el marcaje de lotes al tener la pistola al alcance del operador cuando la requiera.

4.5.1.2. Sistema de depósito y carga de adhesivo hot melt

Descripción de la situación actual: Para la unión de chapas se utilizan 10 puntos de cola que envía el equipo nordson, el cual es cargado con adhesivo hot melt.

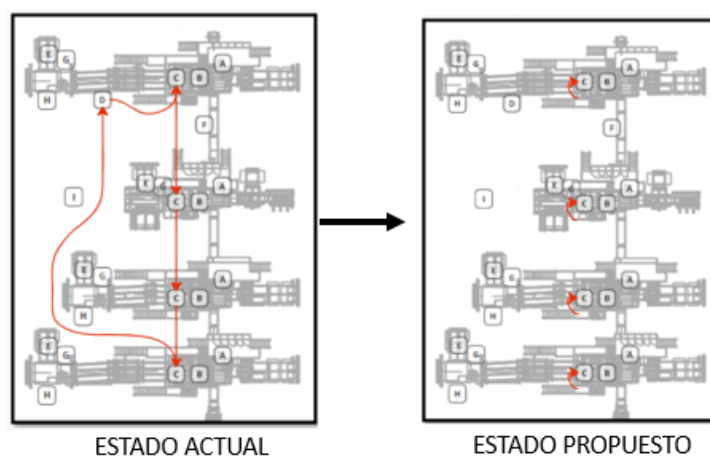
El proceso de carga de adhesivo para los puntos de cola es llevado a cabo por el ayudante, el cual al inicio o final del turno debe revisar los equipos nordson de cada una de las líneas y verificar que estos se encuentren a $\frac{3}{4}$ de su capacidad. Si están a una capacidad inferior entonces deben añadir adhesivo hasta lograr esta capacidad requerida. El adhesivo viene almacenado en sacos de 20kg, y en terreno se observó que medio saco se consume en un turno para cargar los equipos nordson de toda el área, es decir que por ensambladora se requiere de 2,5 kg/turno.

Para esta recarga de los equipos nordson, el ayudante debe tomar un saco de adhesivo desde stock, disponerlo sobre un carro de medidas 45x49x82cm, y trasladarse de ensambladora en ensambladora llenando cada equipo. Para el llenado de adhesivo en los equipos nordson, el ayudante utiliza una poruña pequeña.

Caracterización del problema: El carro utilizado para la reposición de adhesivo no cabe por los espacios bajo la ensambladora en algunos puntos, por lo que el operador debe rodear esta para llegar a los puntos de carga, involucrando en ello riesgos al trasladarse por lugares de tránsito de grúa.

Diagrama de spaghetti reposición de adhesivo hot melt:

Figura 4.8: Diagrama de spaghetti estado actual y propuesto recarga de adhesivo



Fuente: Elaboración propia

Cronometraje de tiempos en terreno para la reposición de adhesivo hot melt:

Tabla 4.4: Tiempos involucrados en recarga de adhesivo

Actividad	Duración promedio (min)	Frecuencia por turno	Responsable
Cargar adhesivo en carro	0,5	1	Ayudante
Traslado con carro de línea a línea	1,33	1	Ayudante
Recarga de adhesivo en equipo nordson (4 ensambladoras)	8	1	Ayudante
Traslado de carro a zona stock	0,5	1	Ayudante
Tiempo total (min)		10,33	

Fuente: Elaboración propia

El traslado con carro de línea a línea consume demasiado tiempo, además para la recarga de adhesivo en los equipos nordson tardan 2 minutos aproximadamente por equipo en llenarlo con la poruña actual utilizada. Considerando que la reposición de adhesivo se realiza una vez por turno, se tienen que, para el mes de septiembre, el ayudante invirtió 15,5 horas solo en este proceso, lo cual es muy alto.

Propuesta: Se propone el uso de un sistema de depósito para adhesivo hot melt en los puntos de cola. La propuesta consiste en el uso de un contenedor plástico con las siguientes características:

Tabla 4.5: Características sistema de depósito y carga de adhesivo hot melt

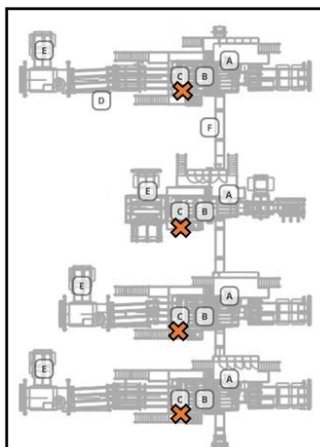
Características:	
Capacidad	120 litros
Altura	97 centímetros
Fondo falso	45 centímetros
Capacidad (sacos)	3 sacos de adhesivo
Capacidad (turnos)	24 turnos
Capacidad (días)	8 días

Fuente: Elaboración propia

Se considera el uso de cuatro contenedores en el área (uno por ensambladora) los que se llenarán con adhesivo hot melt y se ubicarán junto a los puntos de cola (equipo nordson) de cada línea, y de esta forma facilitar el proceso de recarga de adhesivo en estos equipos.

Cada uno de estos contenedores plásticos se deberá señalar, indicando, “Sistema de depósito y carga para adhesivo”, de modo que cada trabajador en el área conozca la funcionalidad de ese contenedor. Además, se quiere implementar una poruña de un kg para disminuir el tiempo de recarga.

Figura 4.9: Ubicación sistemas de depósito hot melt para los puntos de cola



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10: Estado actual y propuesto para recarga adhesivo hot melt



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta:

Reducción de tiempos con propuesta:

Tabla 4.6: Estimación tiempos propuesta sistema de recarga adhesivo en toda el área de ensamblado

Actividad	Duración (min)	Frecuencia por turno	Responsable
Recarga de adhesivo en equipo nordson (4 ensambladoras)	0,67	1	Ayudante
Traslados contenedores plásticos a stock adhesivo	3,13	0,04	Ayudante
Llenado de sacos de adhesivo en contenedores plásticos	12	0,04	Ayudante
Traslados contenedores plásticos a puntos de cola de cada línea	3,13	0,04	Ayudante
Tiempo total (min)	1,4		

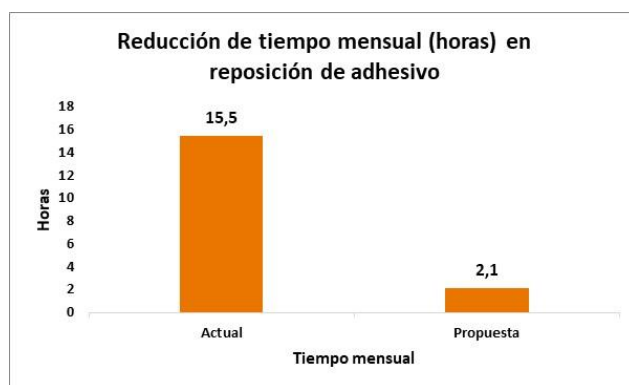
Fuente: Elaboración propia

Con la propuesta, se reducirá la frecuencia de reposición de adhesivo desde la base de stock en 1/24 veces/turno. El ayudante cada 24 turnos (ocho días) deberá realizar la reposición de sacos de adhesivo en el contenedor plástico de cada línea, para ello deberá trasladar cada contenedor desde los puntos de cola hacia el stock de sacos de adhesivo para llenar cada contenedor y luego trasladar estos últimos de vuelta hacia su línea respectiva. Ahora bien, cada turno el ayudante deberá realizar la recarga de los equipos nordson para lo cual el adhesivo se encontrará junto a cada equipo.

Entonces considerando que la reposición en los equipos nordson, sigue teniendo la misma frecuencia de una vez por turno, se tiene que en el mes se invertirá 2,1 horas en llevar a cabo este proceso.

Con esta propuesta, por un lado, se logrará tener un mayor orden para la recarga de adhesivo, se disminuirán riesgos al no tener que trasladarse con un carro por lugares en donde transita la grúa, y aumentará la eficiencia del trabajo realizado por el ayudante. La reducción de tiempo en la realización de este proceso es de un 86,45 por ciento.

Gráfico 4.1: Reducción total de tiempo mensual (horas)



Fuente: Elaboración propia

Si bien el tiempo incurrido en este proceso no se considera tiempo muerto, si tiene un impacto positivo sobre la eficiencia del trabajo realizado por el ayudante, teniendo este último más tiempo para la realización de otras tareas necesarias al inicio del turno, y que impactará sobre el tiempo de inicio de operación de la máquina.

4.5.1.3. Reposición bobinas nuevas de hilo (Orden con enfoque SMED)

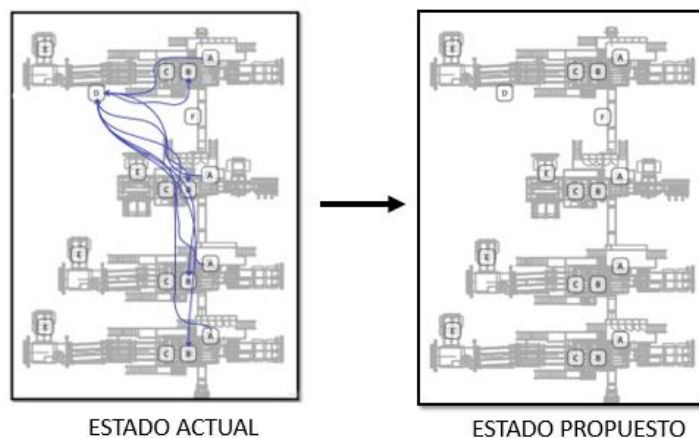
Paso 0: Análisis detallado

Descripción de la situación actual: Las chapas son unidas con hilos termo fundentes, estos hilos son cargados bajo la ensambladora. El operador de la línea observa por una pantalla ubicada en su zona de operación la disponibilidad de hilo, cuando una bobina ya está a punto de terminarse, el operador debe detener la máquina, dirigirse a stock a buscar una nueva bobina, y reponerla bajo la ensambladora para luego subir a operar nuevamente la máquina.

Caracterización del problema: El tiempo involucrado en esta actividad es considerado tiempo muerto. Los ayudantes o el mismo operador a veces dejan bobinas más cercanas a su línea, para disminuir el tiempo en ir a buscar bobinas a stock, sin embargo, al no existir una superficie donde dejar estas bobinas, las dejan en el piso o en cualquier lugar sin un orden establecido.

Diagrama de spaghetti reposición de bobinas de hilo:

Figura 4.11: Diagrama spaghetti estado actual y propuesto reposición bobinas de hilo



Fuente: Elaboración propia

Paso 1: Separar actividades de preparación internas y externas

Clasificación y cronometraje de tiempos en terreno de cada actividad para la reposición de bobinas de hilo:

Tabla 4.7: Clasificación y tiempos involucrados en cada actividad para la reposición de bobinas de hilo por ensambladora

Actividad	Duración promedio (min)	Frecuencia por turno	Responsable	Externa	Interna
Detener máquina y poner candado	0,25	1	Operador línea		x
Traslado a zona de stock bobinas	0,88	1	Operador línea		x
Tomar bobina	0,33	1	Operador línea		x
Traslado de bobina hasta base reposición línea	0,63	1	Operador línea		x
Reposición bobina	2,00	1	Operador línea		x
Subir a zona operación	0,33	1	Operador línea		x
Volver a operar máquina	0,25	1	Operador línea		x
Tiempo total (min)	4,67	4,67			

Fuente: Elaboración propia

Considerando que la reposición de bobinas de hilo se realizó un total de 73 veces en el mes de septiembre (datos obtenidos de complemento SEP). Y que de acuerdo con este complemento el tiempo promedio que tardan en realizar este proceso es de 6,75 minutos, se tiene que para el mes de septiembre los operadores invirtieron 8,21 horas en reposición de bobinas, este tiempo se considera tiempo muerto, por lo que impacta sobre la productividad del área.

Propuesta:

Paso 2: Convertir tareas internas a externas:

Se propone instalar una plataforma para una doble fila de bobinas de hilo termo fundente en la base de operación de cada línea. Además de ello, se quiere unir los hilos de ambas bobinas, a través de un nudo, de manera de tener continuidad en el funcionamiento de estas. Se propone realizar una nueva distribución de

responsabilidades para llevar a cabo la reposición de modo de quitarle toda responsabilidad al operador de la máquina, y darle la responsabilidad de este proceso al ayudante, de modo que este último esté encargado de la reposición de la doble fila de bobinas al inicio del turno.

Reducción de tiempos muertos con propuesta:

Tabla 4.8: Estimación tiempos propuesta reposición de la doble fila de bobinas de hilo + amarre de hilos en toda el área de ensamblado

Actividad	Duración (min)	Frecuencia por turno	Responsable	Externa	Interna
Reposición bobina	0	0	-	x	
Cargar bobinas en carro	2	1	Ayudante		x
Traslado de bobinas hasta base reposición de las 4 líneas	1,33	1	Ayudante		x
Reposición doble fila bobina	2	1	Ayudante		x
Amarre hilos bobinas	2	1	Ayudante		x
Traslado carro a zona stock	0,5	1	Ayudante		x
Tiempo total (min)		7,83			

Fuente: Elaboración propia

El ayudante al inicio del turno debe observar la cantidad de bobinas que ya han sido consumidas por línea, de modo de reponerla, deberá cargar estas bobinas sobre un carro, y trasladarlas hacia la base de reposición de cada línea en donde existen bobinas ya consumidas y reponerlas, una vez repuesta debe amarrar los hilos de ambas filas de bobinas.

Para validar esta propuesta, se hizo una prueba, en donde en la ensambladora 4, se dispuso una doble fila de bobinas de hilo, de forma provisoria en el piso, y se unieron los hilos de ambas bobinas, mediante amarre de estos. Como resultado, no existió complicación en la continuidad de funcionamiento.

Imagen 4.4: Operador línea 4, amarrando hilos de bobinas



Fuente: Elaboración propia

Imagen 4.5: Prueba con doble fila de bobinas y amarre de hilos



Fuente: Elaboración propia

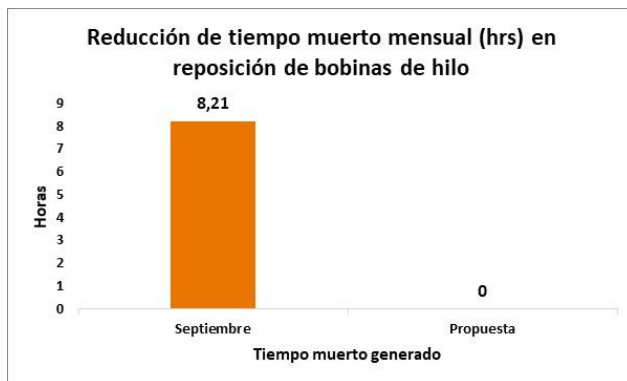
Figura 4.12: Estado actual y propuesto doble fila de bobinas de hilo



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Con esta propuesta, se logrará obtener un mayor orden de bobinas de hilo en el área. Además de reducir el tiempo muerto incurrido en esta actividad. La reducción de tiempo muerto en la realización de este proceso es de un 100 por ciento.

Gráfico 4.2: Reducción tiempo muerto en reposición de bobinas



Fuente: Elaboración propia

4.5.1.4. Alimentar bottom plate sobre mesa de apilado

Descripción de la situación actual: Cada vez que se evacua un lote, se debe preparar la ensambladora disponiendo cuatro bottom plate sobre la mesa de apilado. El operador de la línea es el encargado de esta tarea. Los bottom plate, son tableros de 1270x2780x15mm, los cuales son utilizados como base para el apilamiento de chapas, de esta forma se logra estabilidad para el transporte de pilas de chapas en grúas, evitando el deterioro de estas.

Caracterización del problema: Se observó en terreno que el operador tiene que realizar un sobreesfuerzo para apilar estos bottom plate sobre el apilador, considerando que el bottom plate es grande y pesado, y que lo debe levantar desde piso y subirlo sobre la mesa de apilado.

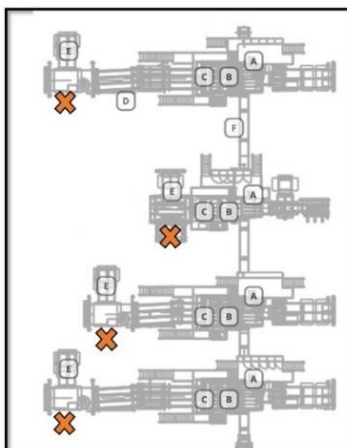
Imagen 4.6: Bottom plate



Fuente: Elaboración propia

Propuesta: Se propone instalar atriles en las zonas de alimentación de bottom plate de cada línea de modo de otorgar altura a estos. Por otro lado, también se propone el utilizar una transpaleta de tijera automática, ya que actualmente para el proceso de distribuir bottom plate en cada línea se utiliza una transpaleta manual, la cual no permite levantar e instalar tableros sobre una superficie más alta.

Figura 4.13: Ubicación stock bottom plate para alimentación de apilador



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.14: Estado actual y propuesto para instalar bottom plate en apilador



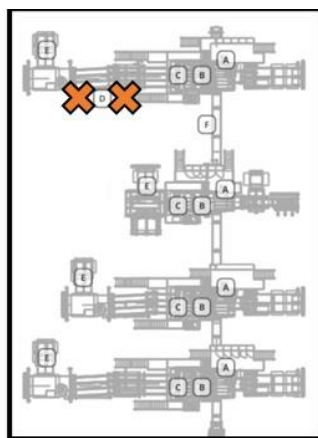
Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Se reducirá el esfuerzo que debe realizar el operador para alimentar bottom plate sobre el apilador haciendo mucho más fluido y rápido este proceso, y, por otro lado, otorgar mayor orden a esta área, delimitando el espacio para la acumulación de bottom plate. Con el uso de una transpaleta de tijera automática, se podrá reducir el tiempo y esfuerzo en transportar bottom plate en el área por parte del ayudante.

4.5.1.5. Stock para bobinas de hilo termo fundente y adhesivo hot melt

Descripción de la situación actual: Las bobinas de hilo y el adhesivo que ocupan las máquinas, son transportadas por la grúa hasta el área de ensamblado, luego el ayudante, con ayuda de la transpaleta manual disponible debe trasladar estos insumos hasta la ubicación que se observa a continuación:

Figura 4.15: Ubicación stock bobinas de hilo y adhesivo hot melt



Fuente: Elaboración propia

Estos insumos se transportan y almacenan sobre pallets.

Caracterización del problema: Para tomar estos insumos, el operador debe agacharse mucho cuando queda poca disponibilidad, por lo que tiene que realizar un sobreesfuerzo, considerando que las bobinas de hilo y los sacos de adhesivo (20kg) son pesados. Por otro lado, no existe un lugar delimitado para el almacenaje de estos insumos, por lo que hay veces que el ayudante los deja en otros lugares, no manteniendo un orden para estos.

Propuesta: Para disminuir el sobreesfuerzo que debe realizar el operador al tomar las bobinas y sacos de adhesivo, se propone crear atriles. Para calcular la altura de estos atriles se consideró que en la planta por norma de seguridad no se pueden levantar elementos pesados a una altura superior a los hombros. Considerando la altura promedio de la mujer en Chile (ya que en el área trabajan mujeres), se tiene que la altura promedio es de 159 cm. La altura del lote de bobinas es de 94,5 cm, y la altura

del lote de sacos de adhesivo es de 80 cm. Se considera entonces que la altura máxima para tomar estos insumos sea de 120 cm, por lo que el atril para estos insumos se estima en 40 cm. Estos atriles deben ser señalizados, indicando, “Stock bobinas” y “Stock adhesivo”

Figura 4.16: Estado actual y propuesto atril para bobinas y sacos de adhesivo



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Orden y delimitación de la zona de stock, y menor esfuerzo por parte del operador en agacharse a tomar bobinas de hilo y sacos de adhesivo cada vez que se necesiten.

4.5.1.6. Carro para recuperación de rechazos

Descripción de la situación actual: La chapa que queda mal ensamblada o viene con defectos, el operador la envía a rechazo, los rechazos caen a piso al final de la ensambladora, estos luego son acumulados por el ayudante, y este debe clasificarlos. El ayudante acumula estos rechazos sobre unos tacos y la grúa se los lleva hacia el astilladero o bien para recuperación.

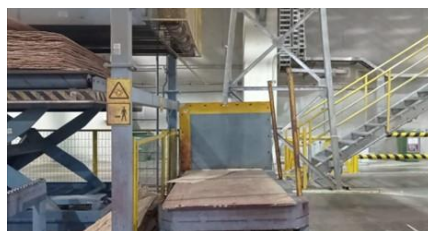
Caracterización del problema: Como estos rechazos caen a piso se rompen o doblan impidiendo que se puedan recuperar. Por otro lado, el ayudante debe agacharse a recoger estos rechazos, y acumularlos para que se los lleve la grúa lo cual involucra un sobreesfuerzo y tiempo por parte del ayudante en realizar esta actividad.

Propuesta: Se propone habilitar un carro que permita recibir todos estos rechazos al final de la ensambladora. Estos carros tendrán ruedas, de modo de poder moverlos y dejarlos en posición para que la grúa pueda tomar la chapa que se encuentra sobre

ellos. Estos carros deben ser señalizados indicando “Carro para rechazos ensamblado”.

Para el diseño del carro, se hicieron pruebas, en donde se utilizó un carro en desuso proveniente de los secadores (en cuyo lugar se utilizan carros para recibir rechazos), este carro se dispuso en la ensambladora 1 y se observó que ocurría al caer los rechazos, si caían en el carro, fuera de él y la forma en la que caían.

Imagen 4.7: Prueba con carro en ensambladora 1



Fuente: Elaboración propia

Con la prueba realizada, se logró observar que la chapa al transportarse con una velocidad inferior a la que se transporta en los secadores no alcanza a caer en un 100 por ciento sobre el carro, cayendo gran parte de esta entre la mesa de alimentación y la reja amarilla que delimita el área, con esto entonces se decide crear un deflector en el pilar, entre la mesa de alimentación y el carro, permitiendo así dirigir la chapa hacia el carro y que esta no caiga a piso.

Figura 4.17: Estado actual y propuesto para recibir rechazos



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Con este diseño de carro, además del deflector, se logrará tener un mayor orden del área, al irse acopiando los rechazos sobre un carro y no en el suelo. Se reducirá el tiempo y esfuerzo invertido por el ayudante en acumular todos

estos rechazos para que la grúa se los lleve, además que, al caer las chapas sobre un carro, aumentará la cantidad de chapa que podrá ser recuperada.

4.5.1.7. Mueble para arnés

Descripción de la situación actual: Para toda el área existe un arnés, el cual es guardado dentro de un mueble con llave.

Caracterización del problema: Debido a que el arnés es guardado dentro de un mueble con llave, este no se encuentra al alcance de todos los operadores en el área, ya que la llave de ese mueble solo la tiene un operador, por lo que cuando ese operador no se encuentra en el área no se puede utilizar el arnés.

Propuesta: Implementar mueble para arnés en la zona, de modo que el arnés esté disponible y visible para cualquier operador que lo requiera en el área.

Figura 4.18: Estado actual y propuesto para guardado de arnés



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Orden en el guardado de arnés, mayor visibilidad al estar señalizado lo que hay dentro de él, y mayor rapidez para encontrar y utilizar el arnés en el área.

4.5.2. Lugar y orden definido para recursos

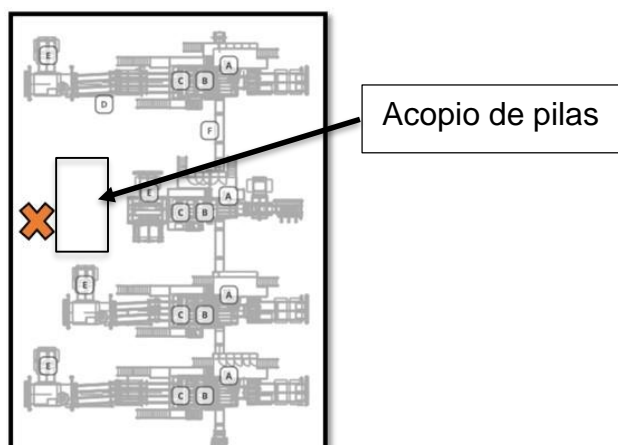
4.5.2.1. Bottom plate malos

Descripción de la situación actual: Cuando la grúa trae los bottom plate al área, los ayudantes son los encargados de clasificar estos, apartando los bottom plate que vienen dañados.

Caracterización del problema: Estos bottom plate malos no tienen un lugar definido para almacenarse y que se los pueda llevar la grúa. A veces también se ha constatado que los ayudantes no realizan este proceso de clasificación de bottom plate y cuando el operador debe alimentar estos en la mesa de apilado, se encuentra con algunos dañados, los cuales los deben apartar ya que no sirven, dejándolos en cualquier lugar disponible. Todo esto genera desorden en el área.

Propuesta: Se propone delimitar un espacio detrás del acopio de chapas, para el almacenamiento de bottom plate malos de modo que sea un lugar de fácil acceso para que la grúa pueda tomar estos y así retirarlos del área.

Figura 4.19: Ubicación propuesta bottom plate malos



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.20: Estado actual y propuesto para bottom plate malos



Fuente: Elaboración propia

Se propone demarcar el piso, pintándolo y señalizarlo para que el ayudante sepa que ahí se deben acopiar los bottom plate malos.

Impacto de la propuesta: Mayor orden para la clasificación de bottom plate, además de facilidad y rapidez para que la grúa los retire del área.

4.5.2.2. Depósito para cartones

Descripción de la situación actual: En el área se encuentra un depósito para cartones el cual es utilizado para almacenar desechos como los sacos de adhesivo, desechos de cartón de las bobinas de hilo, entre otros desechos.

Caracterización del problema: Este depósito de cartones no tiene un lugar definido para su ubicación en el área. Cuando este depósito se llena, la grúa es la encargada de llevárselo, vaciarlo y luego traerlo de vuelta al área, al no existir una demarcación para la ubicación de este, la grúa lo deja en cualquier lugar, lo cual obstaculiza el tránsito y movimientos por el área. Por otro lado, el depósito no se encuentra señalizado, por lo que su funcionalidad no es conocida por todos en el área, encontrándose cartones en otros lugares.

Propuesta: Para esto, se propone el demarcar el piso en la ubicación para este depósito, de modo que tenga un lugar definido. También se propone señalizar, pintar y arreglar el depósito para que sea más estable, ya que, por efecto del traslado con la grúa, este sufre golpes que lo hacen no estar tan estable.

Imagen 4.8: Basurero para cartones



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Este basurero permite mayor limpieza en el área, el arreglarlo permitirá mayor firmeza para la manipulación con la grúa, evitando que este se dañe, además al señalizar y pintar este basurero se obtendrá una mayor visualización de este por parte de todos los trabajadores del área, por otra parte, al

demarcar el piso, este basurero tendrá un lugar definido en el área, manteniendo un mayor orden de esta.

4.5.2.3. Percheros

Descripción de la situación actual: En la zona operacional de cada área, los operadores dejan sus pertenencias. En una de las líneas existe un pechero, sin embargo, en las demás existen ganchos de alambre en los cuales cuelgan algunas de sus pertenencias.

Caracterización del problema: Al no existir percheros, los operadores dejan sus pertenencias en el piso o escaleras, obstaculizando el tránsito y generando peligros para ellos mismos. En algunas líneas los operadores han puesto ganchos de alambre que ellos mismo hacen, sin embargo, no es lo óptimo y no resisten para colgar mochilas o elementos de mayor peso por lo que de igual forma se encuentran sus pertenencias por otros lugares.

Propuesta: Se propone instalar en cada línea percheros para las pertenencias de los operadores.

Figura 4.21: Estado actual y propuesta para pertenencias de operadores



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Orden de las pertenencias de los operadores, disminuyendo el desorden y riesgos en el área.

4.5.3. Eliminar innecesarios

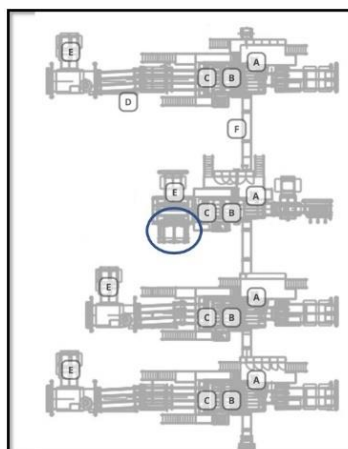
4.5.3.1. Alimentador de bottom plate en línea 4

Descripción de la situación actual: En la línea 4, existe una máquina cuya función es la de alimentar bottom plate sobre la mesa de apilado, sin embargo, hoy esa máquina no es utilizada por los operadores por su difícil funcionamiento, siendo más sencillo para el operador el apilar manualmente los bottom plate sobre la mesa de apilado.

Caracterización del problema: Como en la zona de alimentación de bottom plate de la línea 4 se encuentra esta máquina, el operador de esta línea, debe ir a la zona I, en donde se acumula el stock de bottom plate que trae la grúa, teniendo que trasladar este de forma manual de una zona más lejana, tener que recorrer una mayor distancia y en consecuencia realizar un sobresfuerzo mayor en instalar el bottom plate.

Propuesta: Esta máquina actualmente no se encuentra operativa, es por lo que se propone realizar pruebas para evaluar la factibilidad de uso de esta, ya sea para alimentar otro tipo de bottom plate o bien realizar mejoras en ella para su correcto funcionamiento. Si esto no da resultado, entonces se propone quitar esta máquina del área.

Figura 4.22: Ubicación alimentador de bottom plate en línea 4



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23: Estado actual y propuesto para espacio de alimentación bottom plate



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Al eliminar esta máquina del área se logra eliminar innecesarios, facilitar la limpieza del área, y habilitar ese espacio para ubicar los bottom plate para el apilador de la línea cuatro, de esta forma se logrará reducir el tiempo y esfuerzo que debe invertir el operador de esa línea para instalar sus bottom plate.

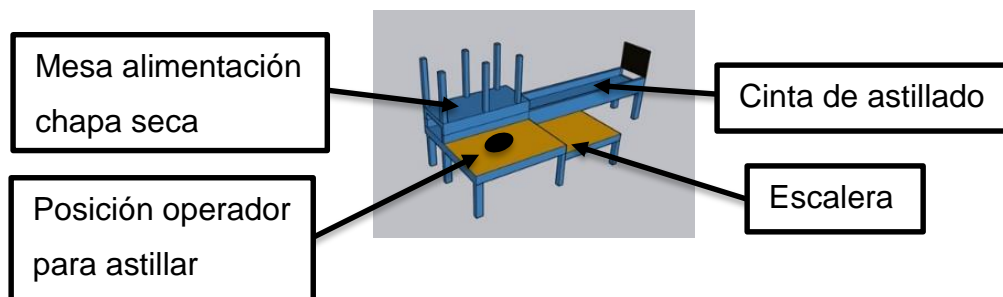
4.5.4. Aumentar la limpieza del área

4.5.4.1. Astillado

Descripción de la situación actual: En el área se encuentra el astilladero, el cual es un sistema en donde se astilla la chapa seca (toda aquella chapa que no puede ser clasificada va a este proceso), en el área de ensamblado, se encuentra la línea que conecta con el astillado, en esta línea la grúa almacena la chapa seca y el ayudante de forma manual debe empujar la chapa sobre una cinta de astillado.

Caracterización del problema: La cinta de astillado es pequeña y se encuentra más baja que la mesa desde donde empuja las astillas, como consecuencia de esto, mucha de la chapa que tira el ayudante a la cinta no alcanza a caer sobre esta y por consecuencia cae a piso, en donde luego el mismo ayudante es quien debe hacer aseo y recoger toda esa chapa del piso, moviendo la escalera que se encuentra en el área, todo esto trae consigo un sobreesfuerzo por parte del ayudante ya que la escalera es grande y pesada, además el ayudante consume bastante tiempo de limpieza solo en esta tarea. Por otra parte, la grúa al dejar la chapa sobre la mesa de alimentación y retroceder, también provoca que caiga chapa a piso, generando más suciedad en el área.

Imagen 4.9: Ilustración zona de astillado



Fuente: Elaboración propia

Propuesta: Se propone instalar un chute o deflector en el área de la cinta de astillado, de manera que, al disponer la chapa sobre esta, el deflector permita dirigir la chapa al interior de la cinta. Por otro lado, se propone añadir fierros en la mesa de acopio de chapa.

Figura 4.24: Estado actual y propuesto para el astilladero



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Con el desarrollo de esta propuesta se logrará obtener una mayor limpieza y orden de la zona de astillado, ayudando a disminuir la cantidad de chapa que cae a piso por efecto del operador al astillar, así como también por efecto de la grúa al disponer la chapa sobre la mesa de acopio. Como consecuencia disminuirá la necesidad de limpieza en el área, con lo que aumentará la eficiencia del trabajo realizado por el ayudante.

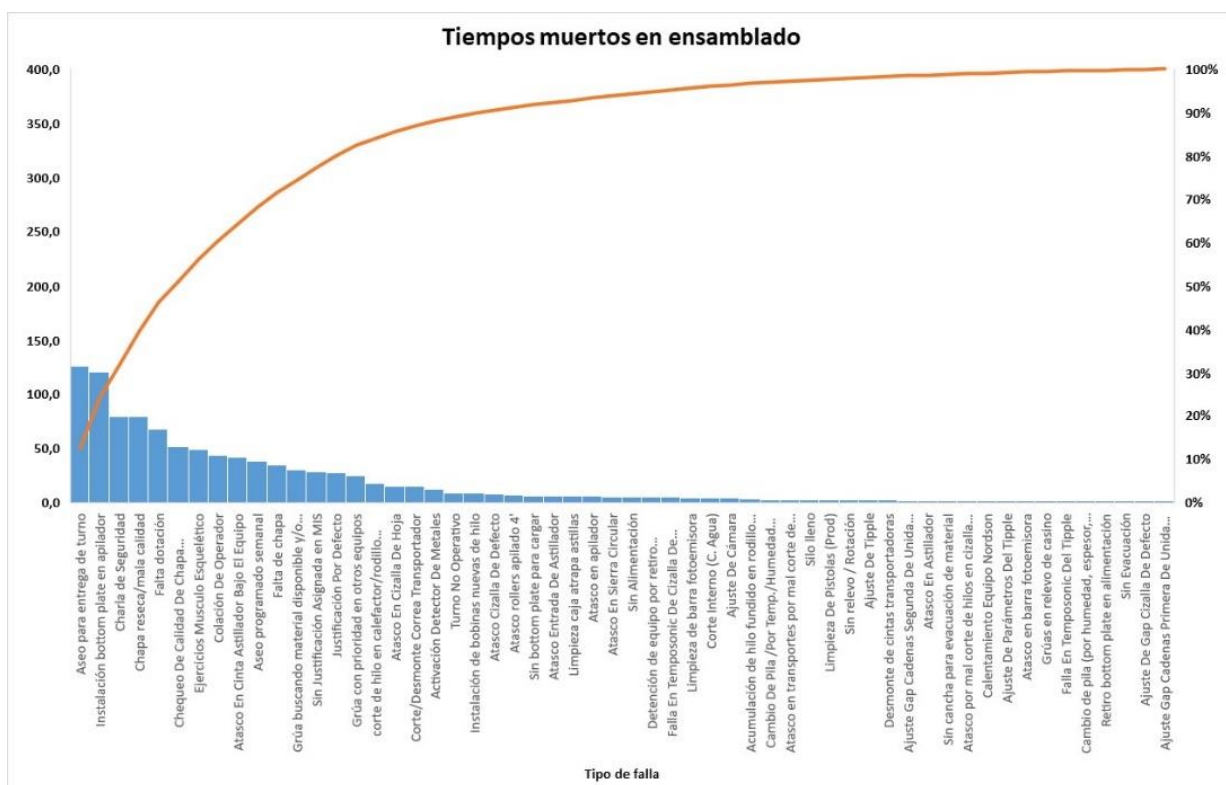
4.6. Desarrollo metodología SMED en ensamblado

Se hizo uso de una base de datos SEP desde la cual se extrajeron todas las fallas causantes de tiempo muerto en el área para el mes de septiembre de 2022. De acá se extrajeron aquellas fallas más significativas (las que provocan mayor tiempo muerto) y se realizó un análisis a cada una de ellas siguiendo el procedimiento de la figura 4.4 y así poder determinar a cuáles de estas poder darles solución mediante propuestas SMED.

4.6.1. Análisis tiempos muertos para oportunidades SMED

Diagrama de pareto tiempos muertos en ensamblado:

Figura 4.25: Diagrama de pareto tiempos muertos ensamblado septiembre 2022



Fuente: Elaboración propia

De este pareto, se observa que las primeras 14 fallas, representan un 80 por ciento del total de tiempo muerto en el área para el mes de septiembre, son las fallas más

significativas, por lo que en ellas se generó un análisis para determinar en cual o cuales de estas se pueden desarrollar propuesta de mejora con enfoque SMED para así lograr reducir el tiempo muerto en el área.

Fallas más significativas en el área de ensamblado:

Figura 4.26: Tiempos muertos más significativos en ensamblado



Fuente: Elaboración propia

4.6.1.1. Análisis tiempos muertos más significativos en el área

Tabla 4.9: Clasificación fallas más significativas para oportunidades SMED

Falla	Tiempo gestionable o no gestionable	Responsable	Especialidad	Es posible una solución SMED en el área	Comentario
Aseo para entrega de turno	no gestionable	Ensambladora	Producción	No	Estandar de tiempo destinado por temas de seguridad
Instalación bottom plate en apilador	gestionable	Ensambladora	Producción	Si	Actividad que se realiza cada vez que se completa un lote, existen oportunidades en la organización y orden de recursos en el área, y distribución de responsabilidades
Charla de Seguridad	no gestionable	Ensambladora	Producción	No	Actividad necesaria y tiempo justificado
Chapa reseca/mala calidad	gestionable	Secado	Producción	No	Levantar el problema con el área de secado
Falta dotación	gestionable	área de personas	Producción	No	El supervisor del área debe levantar el problema con el jefe de operaciones
Chequeo De Calidad De Chapa Ensamblada	no gestionable	Ensambladora	Producción	No	Actividad necesaria y tiempo justificado
Ejercicios Musculo Esquelético	no gestionable	MASSO	Producción	No	Apunta a las lesiones musculoesqueléticas
Colación De Operador	no gestionable	área de personas	Producción	No	Tiene que ver con la falta de dotación y si el personal de relevos está
Atasco En Cinta Astillador Bajo El Equipo	gestionable	Ensambladora	Producción	No	Es inevitable que caiga chapa a la cinta del astillador, pasa por el trabajo del operador, al ser más cuidadoso en la alimentación de chapas pero es inevitable que caiga a la cinta, en menor o mayor cantidad
Aseo programado semanal	no gestionable	Ensambladora	Producción	No	Estandar de tiempo destinado por temas de seguridad
Falta de chapa	gestionable	grúa	Producción	No	Prioridad de grúa la tiene encolado o secado, pero depende del stock de chapa que exista, y de la necesidad de chapa ensamblada.
Grúa buscando material disponible y/o bloqueado	no gestionable	grúa	Producción	No	Prioridades, y coordinación de la operación de la grúa
Sin Justificación Asignada en MIS	no gestionable	desconocido	No imputada	No	Justificación de falla desconocida
Justificación Por Defecto	gestionable	Ensambladora	No imputada	No	Defectos varios en ensambladora

Fuente: Elaboración propia

Para las actividades clasificadas como si en posible solución SMED en el área, se desarrollaron propuestas de mejora a fin de reducir su tiempo muerto, las que se desarrollan a continuación.

4.6.2. Propuestas con enfoque SMED

4.6.2.1. Instalación de bottom plate en apilador

Paso 0: Análisis detallado

Descripción de la situación actual: Este tiempo se imputa en el sistema como instalación de bottom plate en apilador, sin embargo, incluye las actividades de evacuar el lote, marcaje de lote con anilina y etiquetado, e instalar 4 bottom plate en el apilador. En total en el mes de septiembre se invirtieron 120,31 horas solo en este proceso.

Para el marcaje de lotes con anilina, el ayudante previamente debe preparar y recargar las pistolas de anilina, las que debe almacenar en la zona de evacuación de cada línea.

Los bottom plate son alimentados por el operador de la línea sobre la mesa de apilado, cada línea posee un stock de bottom plate junto a su respectiva mesa de apilado, para ello previamente el ayudante debe clasificar y distribuir los bottom plate para cada línea, esta actividad junto con la preparación de pistolas de anilina las realiza el ayudante al inicio del turno.

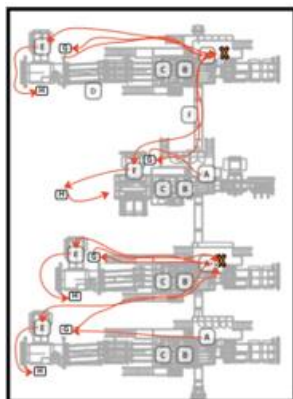
Una vez que el operador completa un lote, este debe detener la ensambladora, y dirigirse hacia la zona de evacuación, desde donde en un panel de control evacua el lote, una vez que el lote se evacúa el operador debe regresar a la zona operacional a imprimir la etiqueta del lote, para luego regresar a la zona de evacuación, pegar la etiqueta en el lote, marcar el lote con anilina, e instalar cuatro bottom plate sobre el apilador.

Para llevar a cabo el etiquetado de lotes, el operador debe imprimir la etiqueta, para ello disponen de 2 impresoras en el área, una en la línea 2 y otra en la línea 3. Los operadores deben subir a la zona operacional a imprimir las etiquetas.

Para la instalación de bottom plate en el apilador, como ya se mencionó anteriormente, estos se dejan en el piso junto a la mesa de apilado, teniendo que ser levantados por el operador para instalarlos sobre esta, incurriendo en esfuerzos y elevado tiempo.

Diagrama de spaghetti instalación de bottom plate en apilador:

Figura 4.27: Diagrama de spaghetti instalación de bottom plate en apilador



Estado Actual

Fuente: Elaboración propia

Caracterización del problema: Debido a la mala coordinación entre supervisores, operadores y grúa, además a la falta de capacitación de los operadores, es que muchas veces ocurren problemas tales como, falta de bottom plate en cada línea debido a que el ayudante del área no conoce bien cuáles son sus responsabilidades, no conoce el procedimiento, tareas, y estándares para llevar a cabo estas, por lo que muchas veces lo realizan por intuición. El ayudante realiza la distribución de bottom plate al inicio del turno, pero entremedio del turno si estos se agotan el ayudante no los repone, provocando que el operador de la línea deba invertir tiempo de máquina detenida en búsqueda de bottom plate. Otro problema que ocurre es que muchas veces en el área se quedan sin bottom plate debido a falta de grúa, provocando que se tengan tiempos de espera de grúa, para que traiga los bottom plate al área.

Cronometraje de tiempos en terreno para instalación de bottom plate en apilador (tareas del operador de la línea):

Tabla 4.10: Tiempos muertos en instalación de bottom plate en apilador

Actividad	Duración (min)	Frecuencia por turno	Responsable
Detener máquina y traslado de zona operacional a zona evacuación lote	0,83	10	Operador línea
Evacuar lote	0,50	10	Operador línea
Traslado de zona evacuación lote a zona impresora	0,67	10	Operador línea
Imprimir etiqueta lote	0,33	10	Operador línea
Traslado de zona operacional a zona evacuación lote	0,67	10	Operador línea
Poner etiqueta en lote y marcado	1,5	10	Operador línea
Instalar bottom plate en apilador	1,6	10	Operador línea
Traslado de zona evacuación lote a zona operacional hasta operar máquina	0,68	10	Operador línea
Tiempo total (min)	6,78	67,83	

Fuente: Elaboración propia

Considerando que en el mes de septiembre este proceso de set up se llevó a cabo 869 veces en el mes en toda el área de ensamblado (datos obtenidos de complemento SEP), se tiene que para el mes de septiembre se invirtieron 120,36 horas en este proceso de set up.

Paso 1: Separar actividades de preparación internas y externas

Clasificación de actividades para instalación de bottom plate en apilador:

Tabla 4.11: Clasificación actividades para instalación de bottom plate en apilador

Actividad	Responsable	Externa	Interna
Preparación y recarga de pistolas espray de anilina	Ayudante	x	
Distribución de bottom plate para cada línea	Ayudante	x	
Evacuación de lote	Operador línea		x
Etiquetado de lote	Operador línea		x
Marcaje de lote con anilina	Operador línea		x
Instalación de bottom plate en apilador	Operador línea		x

Fuente: Elaboración propia

Se observa que un 33 por ciento de las actividades corresponden a actividades externas, las cuales son llevadas a cabo por el ayudante del área, y un 67 por ciento de actividades corresponden a actividades internas las que realiza el operador de la línea, es decir es tiempo en que la máquina está detenida.

Propuesta:

Paso 2: Convertir tareas internas a externas:

Se propone realizar una nueva distribución de actividades, dándole más responsabilidades de este proceso de set up al ayudante. Además, se propone capacitar a los trabajadores del área en cuanto a sus responsabilidades, procedimientos y estándares del área.

Clasificación propuesta de actividades para instalación de bottom plate:

Tabla 4.12: Clasificación propuesta de actividades para instalación de bottom plate

Actividad	Responsable	Externa	Interna
Preparación y recarga de pistolas espray de anilina	Ayudante	x	
Distribución de bottom plate para cada línea	Ayudante	x	
Evacuar lote	Operador línea		x
Etiquetar lote	Ayudante	x	
Marcaje de lote con anilina	Ayudante	x	
Instalación de bottom plate en apilador	Operador línea		x

Fuente: Elaboración propia

Con esta propuesta se logrará transformar 2 actividades de este set up a actividades externas, provocando que ahora exista un 33 por ciento de actividades internas y un 67 por ciento de actividades externas para realizar el proceso de set up.

De esta forma, cada vez que el operador complete un lote, este deberá bajar al panel de control a evacuar este, para luego instalar 4 bottom plate en el apilador, y luego subir a la zona operacional y volver a operar la máquina, de esta forma se reducirá el tiempo de máquina detenida por causa del marcaje de lotes con anilina y etiquetado, traspasando estas responsabilidades al ayudante del área.

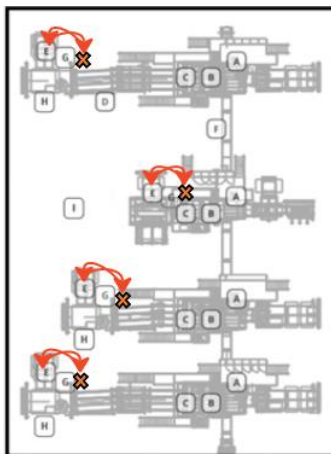
Paso 3: Optimizar las actividades internas y externas:

Para la actividad de instalar bottom plate en apilador (actividad interna), con la propuesta 5S en cuanto a otorgar orden y altura a los bottom plate por medio de un atril, esta tarea se podrá realizar de forma más fácil y rápida por parte del operador de la línea.

Para la actividad de etiquetar lotes (actividad externa), se propone cambiar la ubicación de las impresoras existentes en las zonas operacional de la línea 2 y 3 y ubicarlas a nivel de piso junto al panel de evacuación de cada línea, además de adquirir 2 nuevas impresoras, de modo que cada línea tenga su impresora y de esta forma evitar los traslados en el área y que el proceso de etiquetado sea mucho más eficiente.

Para la actividad de marcar lotes con anilina (actividad externa), con la propuesta 5S en cuanto a la creación de buzones para pistolas espray, se podrá realizar esta tarea de forma más rápida, reduciendo el tiempo de traslados en búsqueda de estas en el área.

Figura 4.28: Diagrama de spaghetti, propuesta para etiquetado de lotes



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Considerando entonces la nueva distribución de responsabilidades, capacitación al personal del área, las propuestas 5S, además del cambio de ubicación e implementación de nuevas impresoras, se tiene que los tiempos muertos estimados de este proceso se reducirán a:

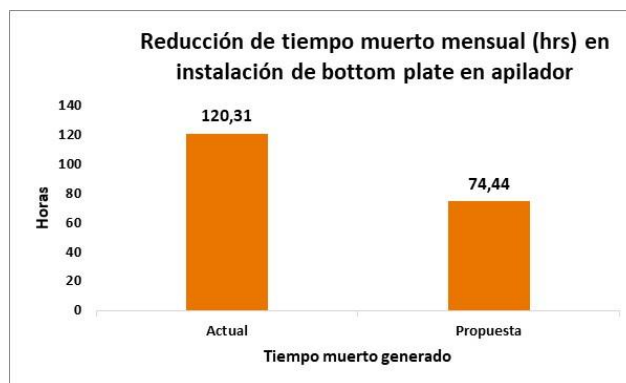
Tabla 4.13: Tiempos propuesta para instalación de bottom plate en apilador

Actividad	Duración (min)	Frecuencia por turno	Responsable	Externa	Interna
Detener máquina y traslado de zona operacional a zona evacuación lote	0,83	10	Operador línea		x
Evacuar lote	0,50	10	Operador línea		x
Imprimir etiqueta lote	0,33	10	Ayudante	x	
Poner etiqueta en lote y marcado	1,5	10	Ayudante	x	
Instalar bottom plate en apilador	1,6	10	Operador línea		x
Traslado de zona evacuación lote a zona operacional	0,68	10	Operador línea		x
Tiempo total (min)	5,44	54,4			

Fuente: Elaboración propia

Reducción tiempo de actividades internas (tiempo muerto): Considerando el tiempo promedio de esta actividad (8,31 min), al restar los traslados a buscar etiqueta, y las actividades de marcaje con anilina y etiquetado, se tiene que el tiempo disminuirá a 5,14 min. La disminución total de tiempo muerto en el mes se reducirá en un 38,15 por ciento.

Gráfico 4.3: Reducción tiempo muerto en instalación de bottom plate en apilador



Fuente: Elaboración propia

4.7. Impacto propuestas 5S y SMED sobre la productividad en ensamblado

Mediante el desarrollo de propuestas 5S en el área de ensamblado, se logró obtener beneficios tales como reducción de traslados, tiempo, sobreesfuerzos, accidentes, elementos innecesarios en el área y suciedad.

Tabla 4.14: Resumen estimación impacto propuestas 5S

Recurso/Actividad	Objetivo	Reducción de traslados (%)	Reducción de tiempo	Tiempo de eficiencia o tiempo muerto	Reducción de sobreesfuerzos	Reducción de accidentes	Elemento eliminado	Aumento limpieza (%)
Alimentación bottom plate sobre mesa de apilado	Reducción de sobreesfuerzos y accidentes		15%	TM	Si	Si		10%
Alimentador de bottom plate en línea 4	Eliminar innecesarios	25%	25%	TM	Si	Si	Si	20%
Almacenaje de bottom plate malos	Lugar y orden definido para recursos							25%
Astilladero	Aumentar la limpieza del		80%	eficiencia	Si	Si		80%
Recipiente plástico para reposición de adhesivo hot melt	Reducción de traslados y accidentes	95,8%	86,45%	eficiencia		Si		
Depósito para cartones	Lugar y orden definido para recursos							30%
Mueble para arnés	Reducción de traslados	50%	50%	eficiencia				
Pallet para almaceaje de bobinas de hilo y adhesivo hot melt	Reducción de sobreesfuerzos y accidentes				Si	Si		10%
Percheros	Lugar y orden definido para recursos							30%
Preparación de pistolas de anilina	Reducción de traslados	50%	50%	eficiencia				40%
Recurso para almacenar pistolas de anilina	Reducción de traslados	50%	15%	TM				20%
Recurso para recibir rechazos al final de cada línea	Reducción de sobreesfuerzos y accidentes		80%	eficiencia	Si	Si		60%
Reposición bobinas nuevas de hilo	Reducción de traslados	100%	100%	TM				30%
Total		61,8%	55,7%					32,3%

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las actividades críticas observadas en el área, y bajo las cuales se generaron oportunidades de mejora, se estima que, con el desarrollo de estas mejoras, se logrará reducir en un 61,8 por ciento los traslados o movimientos en el área, lo cual incide sobre la reducción de tiempos de realización de actividades y con ello aumenta la eficiencia y calidad del trabajo realizado en el área. Se desarrollaron 11 propuestas de mejora que permitirán aumentar la limpieza del área en un 32,3 por ciento.

Se desarrollaron seis propuestas de mejora que permitirán reducir sobreesfuerzos y accidentes en el área, y con la eliminación del alimentador de bottom plate se podrá aumentar el espacio disponible en el área.

Se desarrollaron nueve propuestas que permiten reducir tiempos, de las cuales cuatro permitirán reducir tiempos muertos, es decir tiempos que impactan sobre el factor de operación del área, y las demás a pesar de no impactar directamente sobre este factor de operación si tienen un impacto sobre la eficiencia del trabajo realizado por los operadores en el área.

Mediante el desarrollo de propuestas con enfoque SMED y algunas propuestas 5S se lograron reducir 59,21 horas de tiempo muerto en el área, con lo cual el factor de operación de esta aumentó en un 2,09%.

Tabla 4.15: Resumen estimación impacto propuestas para la reducción de tiempos muertos

Falla	Duración total septiembre(hrs)	% de captura	Horas reducidas
Instalación de bottom plate en apilador	120,3	38,15%	45,89
Alimentación de bottom plate sobre mesa de apilado	23,17	15%	3,4755
Marcaje de lotes con pistola de anilina	10,86	15%	1,629
Reposición bobinas nuevas de hilo	8,21	100%	8,21
Total	128,51	42,04%	59,21

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las mejoras 5S, a través del orden para las bobinas de hilo se pudo generar la propuesta en cuanto a la continuidad de funcionamiento, para lo cual se logró reducir en un 100 por ciento este tiempo, con lo que en total en el mes se logran reducir 8,21 horas de tiempo muerto en el área de ensamblado.

Mediante el desarrollo de la propuesta SMED para la instalación de bottom plate en apilador, se logró disminuir tiempo muerto, sumando las mejoras 5S de el atril para alimentar bottom plate sobre apilador y el almacenaje para pistolas de anilina. Mediante esta propuesta SMED se pudo reducir en un 38,15 por ciento el tiempo incurrido en esta actividad de preparación, con lo que en total en el mes se logran reducir 45,89 horas de tiempo muerto en el área. Para este proceso, considerando además el impacto de las mejoras 5S para alimentación de bottom plate y almacenaje de pistolas de anilina, suman 5,1 horas extras de reducción de tiempo muerto.

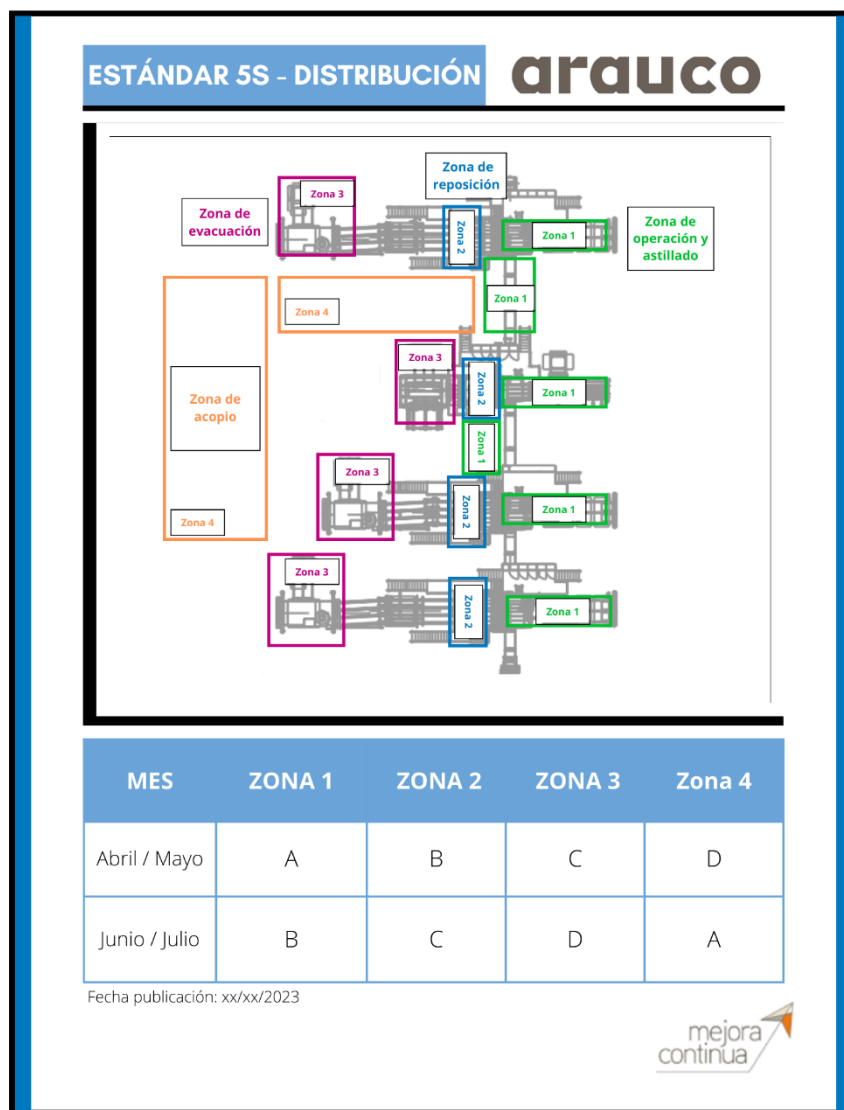
Considerando entonces que en el área el tiempo muerto total para el mes de septiembre de 2022 fue de 1029,94 horas (datos obtenidos de complemento SEP) con lo que factor de operación es de 63,73 por ciento. Ahora con la generación de estas propuestas de mejora se logrará reducir a 970,73 horas el tiempo muerto total en el área. Entonces considerando un factor de uso del 100 por ciento, el factor de operación será de:

$$FO = \frac{2.840 - 970,73}{2.840} = 65,82\%$$

4.8. Plan de limpieza ensamblado

Para mantener la limpieza del área en el tiempo, se propone la siguiente zonificación del área y distribución de turnos.

Figura 4.29: Zonificación y distribución de turnos ensamblado



Fuente: Elaboración propia

El área de ensamblado fue dividida en 4 zonas, de manera de poder llevar un mayor control de la limpieza en el área. También se realizó una distribución de turnos por zona, los cuales irán rotando, de esta manera cada turno estará encargado de


mantener la limpieza en su zona respectiva. Cabe señalar que en la planta se trabaja bajo un sistema de 4 turnos, los cuales van rotando.

4.9. Estándar 5S y SMED ensamblado

Se estandarizó cada una de las mejoras, las cuales fueron ordenadas por zona. El responsable del cumplimiento de los estándares en cada zona será el turno respectivo al que le corresponde esa zona. En el estándar se especifica la frecuencia con que se debe realizar cada actividad de limpieza además del cómo ejecutar esta limpieza y orden.

Estándar zona 1:

Figura 4.30: Estándar 5S ensamblado - Zona 1

ESTÁNDAR 5S - ZONA 1			
Lugar:	(Zona 1). Zona de operación ensambladora, zona de astillado y zona preparación de anilina		
Descripción:	Estandarización en área de ensamblado basada en la metodología "5S" con el objetivo de mejorar el espacio de trabajo y productividad.		
Encargado del lugar:	Operadores área de ensamblado		
Actividad	Encargado de limpiar y/o ordenar	Frecuencia de limpieza y/o orden	Cómo limpiar y/o ordenar
Orden pertenencias	Turno respectivo	Las veces necesarias	Colgar cascos, chaquetas, mochilas, etc, que no estén en su lugar, en percheros.
Limpieza dispensador de agua	Turno respectivo	1 vez por turno	Eliminar polvo de madera de dispensadores de agua con paño.
Limpieza área operacional	Turno respectivo	1 vez por turno	Eliminar residuos de madera, despejar y quitar elementos que no pertenezcan.
Limpieza zona de astillado	Turno respectivo	2 veces por turno	Quitar trozos de chapa, astillas y polvo de madera de la zona de astillado. Utilizar escoba y mopa.
Limpieza mesa de preparación de anilina	Turno respectivo	1 vez por turno	Quitar manchas de anilina, astillas y polvo de madera de mesa de preparación de anilina con paño y agua.
Preparación de anilina	Turno respectivo	1 vez por turno	Traer pistolas hacia la mesa de preparación de anilina, abrir pistola, añadir anilina desde el dispensador, abrir llave de agua y llenar pistola, cerrar llave, cerrar pistola, agitar pistola para mezclar anilina, distribuir pistolas hacia zona de marcaje respectiva y almacenar en buzón.
Rellenar dispensador para polvos de anilina	Turno respectivo	Cuando se acabe la anilina en dispensador	Buscar tarro de anilina y vaciar polvo dentro del dispensador

Fecha publicación: xx/xx/2023


Fuente: Elaboración propia

Estándar zona 2:

Figura 4.31: Estándar 5S ensamblado - Zona 2

ESTÁNDAR 5S - ZONA 2

araucO



Lugar: (Zona 2). Zona de reposición bobinas de hilo, zona reposición adhesivo hot melt, zona bajo ensambladora

Descripción: Estandarización en área de ensamblado basada en la metodología "5S" con el objetivo de mejorar el espacio de trabajo y productividad.

Encargado del lugar: Operadores área de ensamblado.

Actividad	Encargado de limpiar y/o ordenar	Frecuencia de limpieza y/o orden	Cómo limpiar y/o ordenar
Reposición doble fila bobinas de hilo	Turno respectivo	1 vez por turno	Al inicio del turno el ayudante debe revisar la necesidad de reposición de bobinas en cada ensambladora, cargar bobinas necesarias en carro, reponer bobinas, amarrar hilos de ambas filas (fila 1 y fila 2), y finalmente guardar carro junto al stock de bobinas.
Recarga adhesivo hot melt en equipo nordson	Turno respectivo	1 vez por turno	Al inicio del turno el ayudante revisa la capacidad de adhesivo en los equipos nordson, recarga los equipos cuya capacidad sea inferior a 3/4, para la recarga la realiza con la poruña desde el contenedor plástico.
Recarga adhesivo hot melt en recipiente plástico	Turno respectivo	Cuando se acaba la capacidad de adhesivo en recipiente plástico	Traer los 4 contenedores plásticos a la zona de stock adhesivo, llenar cada recipiente con 3 sacos de adhesivo, una vez lleno cada recipiente trasladar estos hacia la zona de carga de cada línea
Limpieza suelo bajo ensambladora	Turno respectivo	1 vez por turno	Eliminar residuos y polvo de madera, utilizar escoba y mopa.
Limpieza zona bobinas de hilo	Turno respectivo	1 vez por turno	Eliminar residuos y trozos de madera de zona de doble fila de bobinas de hilo

Fecha publicación: xx/xx/2023

Fuente: Elaboración propia

Estándar zona 3:

Figura 4.32: Estándar 5S ensamblado - Zona 3

ESTÁNDAR 5S - ZONA 3

arauco

mejora
continua

Lugar: (Zona 3). Zona de evacuación pilas, zona de instalación bottom plate, zona de rechazos

Descripción: Estandarización en área de ensamblado basada en la metodología "5S" con el objetivo de mejorar el espacio de trabajo y productividad.

Encargado del lugar: Operadores área de ensamblado.

Actividad	Encargado de limpiar y/o ordenar	Frecuencia de limpieza y/o orden	Cómo limpiar y/o ordenar
Guardado pistolas de anilina	Turno respectivo	cada vez que se utilice	Guardar pistolas de anilina en buzón de línea respectiva luego de marcar lote.
Distribuir bottom plate a cada línea	Turno respectivo	1 vez por turno	Al inicio del turno el ayudante debe distribuir bottom plate hacia la zona de apilado de cada línea y con la ayuda de la traspaleta automática dejar estos en atriles.
Recuperación de rechazos	Turno respectivo	1 vez por turno	Mover carro y dejarlo en posición para que la grúa retire rechazos, luego regresar carro a su posición.
Limpieza mueble impresoras	Turno respectivo	1 vez por turno	Quitar astillas y polvo de madera de impresoras con paño.
Limpieza panel de control evacuación	Turno respectivo	1 vez por turno	Quitar astillas y polvo de madera de paneles con paño.
Limpieza área de evacuación	Turno respectivo	1 vez por turno	Quitar astillas, trozos de chapa y polvo de madera de la zona de atril para bottom plate, bajo la mesa de apilado y zona de impresoras.


Fecha publicación: xx/xx/2023

Fuente: Elaboración propia

Estándar zona 4:

Figura 4.33: Estándar 5S ensamblado - Zona 4

ESTÁNDAR 5S - ZONA 4



Lugar: (Zona 4): Zona de stock sacos de adhesivo y bobinas de hilo y zona de acopio chapas

Descripción: Estandarización en área de ensamblado basada en la metodología "5S" con el objetivo de mejorar el espacio de trabajo y productividad.

Encargado del lugar: Operadores área de ensamblado.

Actividad	Encargado de limpiar y/o ordenar	Frecuencia de limpieza y/o orden	Cómo limpiar y/o ordenar
Ubicar stock bobinas de hilo y adhesivo hot melt	Turno respectivo	cuando la grúa traiga stock a la zona	Utilizar la transpaleta automática, para trasladar e instalar stock de sacos de adhesivo y bobinas de hilo sobre atril respectivo.
Botar desechos de cartón	Turno respectivo	Cada vez que se generen desechos	Desechos de sacos de adhesivo, bobinas de hilo, depositar en basurero para cartones.
Vaciar basurero para cartones	Turno respectivo	Cuando su capacidad esté hasta el borde	Comunicarse con la grúa para que vacíe basurero, luego de vaciarlo la grúa lo debe traer de inmediato al área
Ubicar basurero para cartones	Turno respectivo	Cuando la grúa regrese basurero al área	Utilizar la transpaleta automática para ubicar basurero en su lugar respectivo
Guardado carro	Turno respectivo	Cada vez que se utilice	Cada vez que se repongan bobinas de hilo, dejar carro junto a la zona de stock bobinas.
Guardado arnés	Turno respectivo	1 vez por turno	Verificar que arnés se encuentre guardado dentro del mueble para ello, sino buscarlo en el área y guardarlo dentro de él.
Clasificar bottom plate	Turno respectivo	1 vez por turno	Al inicio del turno clasificar los bottom plate que trae la grúa al área, los bottom plate malos deben dejarse detrás de la zona de acopio en la zona demarcada para ello, sobre unos tacos para que la grúa los retire del área.
Limpieza zona de stock	Turno respectivo	1 vez por turno	Quitar astillas y polvo de madera con escoba y mopa.

Fecha publicación: xx/xx/2023

Fuente: Elaboración propia

Para los procesos de set up, en los cuales se desarrollaron mejoras con enfoque SMED, como la reposición de bobinas nuevas de hilo, y para la instalación de bottom plate en apilador, se desarrollaron procedimientos operativos estándar (SOP por sus siglas en inglés), de esta forma se permitirá realizar los procesos de cambio siguiendo una serie de instrucciones, manteniendo así regulado el procedimiento, se evitan alteraciones a este y permite que todos los operarios en las distintas líneas realicen el

trabajo de la misma forma, de manera que el tiempo empleado en dicha actividad se mantendrá sin tanta variación en el área.

Para visualizar SOP de estos dos procesos de set up, ver anexo 7 y 8.

Una vez estandarizado el plan de limpieza y los procedimientos operativos estándar, se deberá capacitar a los operadores respecto a la importancia del cumplimiento de estos, el cómo ejecutarlos y la forma de control para estos.

4.10. Control procesos ensamblado

Para controlar el cumplimiento del estándar para el orden y la limpieza en el área, se diseñó una plantilla para controlar el cumplimiento de los estándares por zona, este control deberá ser aplicado por los propios operadores al inicio del turno con una frecuencia de una vez por semana y le corresponderá aplicarla al turno respectivo responsable de la zona 1 en ese mes.

Figura 4.34: plantilla para control 5S ensamblado

CONTROL PROCESOS		
Fecha:	Área: Ensamblado	Jefe Área: Esteban Rojas
Auditor: Turno ___	Nombre auditor:	Puntaje final (%):
Zona 1: Zona de operación, astillado y preparación de anilina	SI	No
1. Pertenencias de operadores se encuentran en percheros		
2. Dispensador de agua está libre de polvo de madera		
3. El área operacional está libre de residuos de madera y elementos no pertenecientes a ella		
4. El área de astillado está libre de pedazos de chapa, astillas y polvo de madera		
5. La mesa para preparación de anilina está limpia libre de manchas de anilina y polvo de madera		
6. El dispensador para polvos de anilina se encuentra con anilina		
Total		
Puntaje final zona 1		
Zona 2: Zona reposición bobinas de hilo, adhesivo hot melt y zona bajo ensambladora	SI	NO
7. Cada ensambladora posee disponibilidad de bobinas de hilo en ambas filas (fila 1 y fila 2)		
8. Todos los hilos de ambas filas de bobinas se encuentran unidos con un nudo doble		
9. Los equipos nordson se encuentran a 3/4 de su capacidad		
10. Cada recipiente plástico para carga de adhesivo hot melt se encuentra con adhesivo		
11. Dentro de cada recipiente plástico se encuentra una poruña		
12. La zona bajo la ensambladora se encuentra libre de trozos de chapa, residuos y polvo de madera		
13. La plataforma para la las bobinas de hilo se encuentra libre de trozos de chapa, residuos y polvo de madera		
Total		
Puntaje final zona 2		
Zona 3: Zona de evacuación de pilas, instalación de bottom plate y zona de rechazo	SI	NO
14. Cada ensambladora posee su pistola de anilina recargada y almacenada en cada buzón		
15. Cada ensambladora posee bottom plate junto a su mesa de apilado		
16. Los carros para rechazos no se encuentran colapsados con chapa sobre ellos		
17. Las impresoras se encuentran libres de astillas y polvo de madera		
18. Los paneles de control de evacuación se encuentran libres de astillas y polvo de madera		
19. La zona de evacuación se encuentra libre de astillas, trozos de chapa y polvo de madera		
Total		
Puntaje final zona 3		
Zona 4: Zona de stock sacos de adhesivo, bobinas de hilo y zona de acopio chapas	SI	NO
20. Los pallets con bobinas de hilo y sacos de adhesivo se encuentran ubicados sobre los atriles respectivos		
21. El basurero para cartones se encuentra ubicado en su lugar respectivo		
22. El basurero se encuentra lleno con una capacidad inferior al borde de este		
23. El carro para reposición de bobinas se encuentra guardado junto al stock de bobinas		
24. El árnes se encuentra guardado y disponible en mueble para ello		
25. Todos los bottom plate malos se encuentran ubicados en el área demarcada para ello, no encontrándose estos en otras partes dentro del área		
26. La zona de stock de bobinas y adhesivo se encuentra limpia, libre de astillas y polvo de madera		
Total		
Puntaje final zona 4		

Fuente: Elaboración propia

4.11. Desarrollo metodología 5S en encolado

Siguiendo la misma metodología aplicada para ensamblado, los recursos y actividades críticas observadas fueron clasificadas, determinando de esta forma la manera de organizar estos, dependiendo del tipo de actividad, si involucra tiempo muerto se combinó el desarrollo de mejoras 5S junto con el enfoque SMED, de modo de lograr un impacto mayor sobre la productividad.

Las propuestas 5S fueron clasificadas en base a 4 objetivos:

1. Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes
2. Lugar y orden definido para recursos
3. Eliminar innecesarios
4. Aumentar la limpieza del área

Los recursos y actividades críticos observados se presentan a continuación, estos fueron clasificados de acuerdo su tipo y objetivo que se quiere alcanzar, además de la acción a realizar para darle solución, luego de organizar cada recurso o actividad, estas deben de organizarse y darles un orden establecido en el área.

Tabla 4.16: Actividades y recursos críticos observados para oportunidades 5S

Recurso/Actividad	Tipo de recurso/actividad	Existe	Suficiente	Eficiente	Útil	Útil para otra	Acción	Involucra tiempo	Objetivo
Atriles de zona armadores	No perteneciente al área						Descartar	No	Eliminar innecesarios
Basureros para vasos	Necesario	Si	No				Adquirir mayor capacidad	No	Aumentar la limpieza del área
Cadenas para sensor	Necesario	No					Adquirirse	Si	Reducción de accidentes
Cajas para hidrolavadora	Obsoleto					No	Descartar	No	Eliminar innecesarios
Cajón para gramaje	Dañado				Si		Reparar o adquirir nuevo	No	Reducción de accidentes
Dispensadores de agua	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	No	Aumentar la limpieza del área
Escritorios	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	No	Eliminar innecesarios
Herramientas armadores	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	Si	Lugar y orden definido para recursos
Implementos de limpieza	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	Si	Lugar y orden definido para recursos
Indicadores usados en panel de control	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	No	Lugar y orden definido para recursos
Lavado de filtros	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	No	Aumentar la limpieza del área
Lavado de probetas y placa gramaje	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	No	Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes
Llenado de agua a tineta para lavado de guantes	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	No	Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes
Mesa de trabajo	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	No	Aumentar la limpieza del área
Mueble para arnés	Necesario	Si	No				Adquirir mayor capacidad	No	Lugar y orden definido para recursos
Muebles de la zona operacional	Obsoleto					No	Descartar	No	Eliminar innecesarios
Percheros	Necesario	No					Adquirirse	No	Lugar y orden definido para recursos
Pizarras de corcho	Necesario	Si	No				Adquirir mayor capacidad	No	Lugar y orden definido para recursos
Placas de gramaje	Necesario	Si	No				Adquirir mayor capacidad	No	Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes
Plataforma y tineta para lavado de guantes	Dañado				Si		Reparar o adquirir nuevo	No	Aumentar la limpieza del área
Probetas	Necesario	Si	Si	No			Modificar o reemplazar su uso	No	Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes
Tableros de madera para pisos	Necesario	Si	No				Adquirir mayor capacidad	No	Reducción de accidentes

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, el desarrollo de cada una de las propuestas 5S en el área se presenta a continuación, clasificadas de acuerdo con su objetivo principal que se quiere alcanzar.

4.11.1. Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes

4.11.1.1. Lavado de probetas y placa de gramaje

Descripción de la situación actual: La toma de gramaje, es un proceso necesario para analizar las propiedades del adhesivo, y el buen funcionamiento del circuito de aplicación de este, para así lograr una correcta adherencia del tablero. Para el proceso de toma de gramaje, se utilizan tres placas de polipropileno de 60x40 cm, las que son dispuestas sobre una placa del mismo material y de 190 cm de largo. Cada vez que se realiza el gramaje, las probetas y placa deben ser lavadas para retirar todo el adhesivo y dejarlas limpias para una próxima toma de gramaje. Este lavado se lleva a cabo a nivel de subsuelo en donde el operador utiliza una pistola que expulsa agua caliente y a alta presión. Según entrevistas con operadores ellos tienen la noción que con agua caliente se remueve el adhesivo, no así al utilizar agua fría.

Imagen 4.10: Instalación de placas y probetas en encoladora



Fuente: Elaboración propia

Imagen 4.11: Lavado de probetas

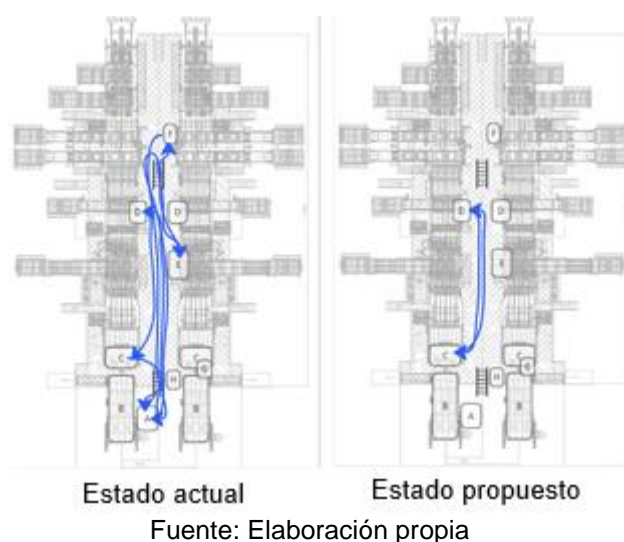


Fuente: Elaboración propia

Caracterización del problema: Este lavado trae consigo riesgos, ya que el operador debe ir a nivel de subsuelo a lavar las probetas y placa con la pistola, teniendo que subir y bajar escaleras con las manos ocupadas, lo cual puede provocar alguna caída. Existen muchos traslados por parte del operador para cumplir con el proceso de gramaje y lavado de probetas y placa. También existe un alto consumo de agua para estos lavados y por consecuencia una alta generación de residuos industriales líquidos lo cual es perjudicial en temas medioambientales, teniendo en consideración de que una de las metas de la planta está en la reducción de todo tipo de residuos.

Diagrama de spaghetti para toma de gramaje + lavado de probetas y placa:

Figura 4.35: Diagrama spaghetti estado actual y propuesto gramaje y lavado de probetas.



Cronometraje de tiempos en terreno para el proceso de toma de gramaje y lavado de probetas:

Tabla 4.17: Tiempos involucrados en toma de gramaje y lavado de probetas

Actividad	Duración (min)	Frecuencia por turno	Responsable
Traslado de probeta desde zona operacional a zona gramaje	0,62	6	Operador c o ayudante
Secado y peso de probetas	2,72	6	Operador c o ayudante
Traslado desde zona gramaje a zona operacional	0,62	6	Operador c o ayudante
Disponer probetas en encoladora	3,57	6	Operador c o ayudante
Traslado de probetas desde zona armadores a zona gramaje	0,23	6	Operador c o ayudante
Toma de gramaje y registro	3,08	6	Operador c o ayudante
Traslado de probetas desde zona gramaje a subsuelo	0,92	6	Operador c o ayudante
Lavado y sopleteado de probetas	2,50	6	Operador c o ayudante
Traslado de probetas a zona operacional	0,30	6	Operador c o ayudante
Tiempo total (min)	14,56	87,36	

Fuente: Elaboración propia

Considerando que durante el mes de septiembre el gramaje fue tomado un total de 538 veces (datos obtenidos de complemento SEP), se tiene que en total en el mes de septiembre se invirtieron 130,55 horas para este proceso.

Estudio de tiempos en lavado placa de gramaje:

Tabla 4.18: Tiempos involucrados en lavado placa de gramaje

Actividad	Duración (min)	Frecuencia por turno	Responsable
Traslado placa de zona armadores a zona subsuelo	0,68	6	Operador C o ayudante
Lavado y sopleteado placa de gramaje	1,50	6	Operador C o ayudante
Traslado placa de zona subsuelo a zona operacional	0,30	6	Operador C o ayudante
Tiempo total (min)	2,48	14,90	

Fuente: Elaboración propia

Considerando que cada vez que se toma el gramaje se debe lavar la placa para probetas, se tiene que en total en el mes de septiembre se invirtieron 22,24 horas para este proceso.

Consumo de agua en lavado de probetas:

Tabla 4.19: Consumo de agua mensual en lavado de probetas

Caudal Agua	60 litros/min
Tiempo expulsión de agua por lavado	0,67 min
Frecuencia total de lavado mes de septiembre	538
Consumo total de agua	21.520 litros

Fuente: Elaboración propia

Consumo de agua en lavado de placa gramaje:

Tabla 4.20: Consumo de agua mensual en lavado de placa

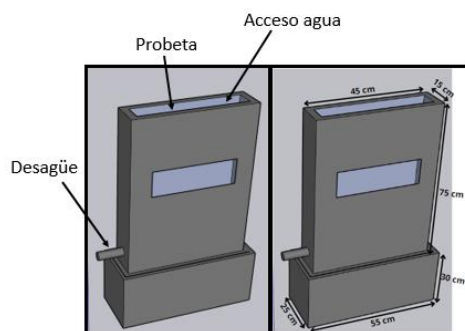
Caudal Agua	60 litros/min
Tiempo expulsión de agua	0,5 min
Frecuencia total de lavado mes de septiembre	538
Consumo total de agua	16.140 litros

Fuente: Elaboración propia

En el mes de septiembre se consumieron en total 37.660 litros de agua y por consecuencia se generaron 37,66 toneladas de riles en ambos procesos.

Propuesta: Se propone implementar un nuevo sistema para el lavado de probetas, el cual consiste en un cubículo, el cual tendrá un acceso de agua fría y un desagüe. La propuesta consiste en un sistema de remojo, en donde se llene este cubículo con agua hasta 60 cm de altura (altura probetas), el operador introduzca la probeta, espere tres minutos, la retire y ya estará limpia.

Figura 4.36: Nuevo sistema para el lavado de probetas



Fuente: Elaboración propia

La construcción de este sistema se propone en acero inoxidable para evitar la oxidación por efecto del agua con adhesivo. Este sistema será implementado por línea. El agua se espera poder reutilizarla para todo el turno, es decir cambiar el agua, limpiar y volver a llenar el cubículo una vez por turno. Además, se considera el uso de un cepillo para la limpieza del sistema cada vez que se cambia el agua. La ubicación de este sistema se propone en la zona de operación, ya que en esta zona se disponen las probetas sobre la encoladora para la toma de gramaje, por lo que se espera tener todo más cerca y en el mismo lugar de modo de disminuir los traslados en el área. Este sistema deberá ser señalado con “sistema de lavado probetas”.

Figura 4.37: Estado actual y propuesto para lavado de probetas



Fuente: Elaboración propia

Se realizaron pruebas para el lavado de probetas con agua fría y caliente, para evaluar la temperatura necesaria del agua para este lavado. Se obtuvo lo siguiente:

Tabla 4.21: Prueba experimental en el lavado de probetas

Lavado de probetas	Temperatura	Tiempo de lavado
Agua Caliente	46,2°C	3 min
Agua fría	24,2°C	3,5 min

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, resultó que la diferencia en tiempo (eficiencia) entre lavar placas con agua caliente o fría no es significativa, por lo que se concluye que para el nuevo sistema de lavado de probetas no será necesario el uso de agua caliente.

En cuanto al lavado de la placa, al medir 190 cm de largo es difícil crear un sistema de lavado tan grande, sin embargo, no es necesario lavar la placa cada vez que se realiza el gramaje (seis veces en promedio por turno), ya que si queda adhesivo sobre la placa no afecta al gramaje. Es por lo que se propone estandarizar la frecuencia de lavado de la placa, pasando de seis veces en un turno, a lavarla solo una vez en el día.

Impacto de la propuesta: Con esta propuesta se logra reducir el consumo de agua, la generación de residuos industriales líquidos, la probabilidad de accidentes y movimientos del operador ya que todo estará en el mismo lugar, y con ello entonces aumentará la eficiencia del trabajo realizado por los operadores en el área.

Reducción tiempos en gramaje y lavado de probetas:

Tabla 4.22: Estimación tiempos propuesta sistema para lavado de probetas y mueble en zona gramaje

Actividad	Duración (min)	Frecuencia por turno	Responsable
Llenado sistema de lavado	1,33	2	Operador C o ayudante
Secado y peso de probetas	2,72	6	Operador C o ayudante
Disponer probetas en encoladora	3,57	6	Operador C o ayudante
Traslado de probetas desde zona armadores a zona operacional	0,38	6	Operador C o ayudante
Toma de gramaje y registro	2,5	6	Operador C o ayudante
Lavado de probetas	0,25	6	Operador C o ayudante
Limpieza sistema de lavado	1,50	1	Operador C o ayudante
Tiempo total	10,11	64,16	

Fuente: Elaboración propia

Con la propuesta expuesta, se tiene que en el mes se consumirán 90,65 horas en el proceso de gramaje y lavado de probetas en toda el área de encolado.

Reducción de tiempo en lavado placa de gramaje:

Tabla 4.23: Tiempos involucrados propuesta para lavado placa de gramaje

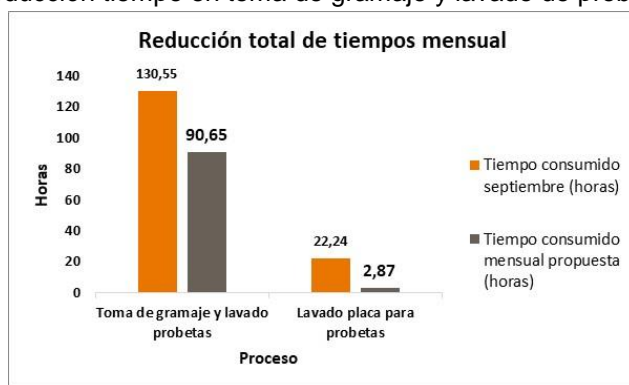
Actividad	Duración (min)	Frecuencia por turno	Responsable
Traslado de zona armadores a zona operacional (guardar placa)	0,38	6	Operador C o ayudante
Traslado placa de zona armadores a zona subsuelo	0,68	0,33	Operador C o ayudante
Lavado y sopleteado placa grande	1,50	0,33	Operador C o ayudante
Traslado placa a zona subsuelo a zona operacional	0,30	0,33	Operador C o ayudante
Tiempo total	2,87	3,12	

Fuente: Elaboración propia

Considerando entonces, que el lavado de la placa de gramaje pasará a realizarse una vez en el día, y que existe una placa por línea, se tienen que en el mes el lavado se realizará 60 veces, con lo que el tiempo estimado en la realización de esta actividad será de 2,87 horas en el mes.

Tiempo reducido:

Gráfico 4.4: Reducción tiempo en toma de gramaje y lavado de probetas y placa



Fuente: Elaboración propia

El tiempo invertido para el proceso de toma de gramaje y lavado de probetas se logrará reducir en un 30,56 por ciento. El tiempo invertido para el lavado de placa de gramaje

se logrará reducir en un 87,1 por ciento. Si bien estos tiempos no son considerados tiempo muerto, ya que lo realiza el operador c o el ayudante en paralelo al funcionamiento de la máquina, si tienen un impacto sobre la eficiencia del trabajo realizado en el área.

Reducción consumo de agua en lavado de probetas:

Tabla 4.24: Consumo de agua mensual propuesta sistema de lavado probetas

Volumen de agua en sistema de lavado	40,5 litros /turno
Sistemas de lavado en el área	2
Frecuencia total cambio de agua mes de septiembre	90
Consumo total de agua	7290 litros

Fuente: Elaboración propia

Reducción consumo de agua en lavado placa:

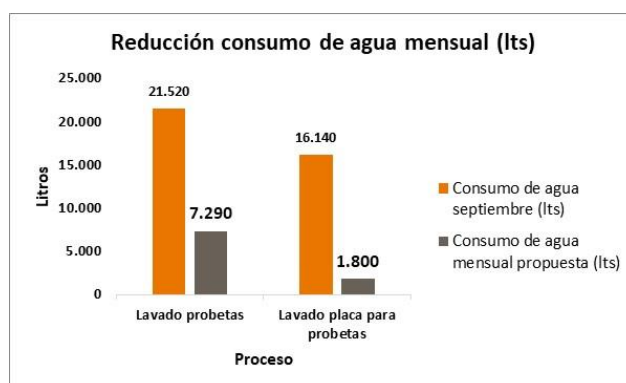
Tabla 4.25: Consumo de agua propuesta lavado para placa de gramaje

Caudal Agua	60 litros/min
Tiempo expulsión de agua	0,5 min
Frecuencia total de lavado mes de septiembre	60
Consumo total de agua	1800 litros

Fuente: Elaboración propia

Reducción consumo de agua y generación de riles:

Gráfico 4.5: Reducción consumo de agua para lavado de probetas y placa



Fuente: Elaboración propia

El consumo de agua se logrará reducir en el lavado de probetas en un 66,12 por ciento y por consecuencia se reducirán en 14,23 toneladas la generación de riles, y para el lavado de placa de gramaje, se logrará reducir el consumo de agua en un 88,85 por ciento y la generación de riles se reducirá en 14,34 toneladas mensuales.

4.11.1.2. Cajón para gramaje

Descripción de la situación actual: Luego de lavar las probetas y placa, el operador las almacena en la zona operacional, en el piso, afirmadas de las barandas amarillas como se observa a continuación:

Imagen 4.12: Zona de guardado probetas y placa de gramaje



Fuente: Elaboración propia

En la zona de gramaje, existe un cajón sobre el cual está dispuesta la gramera, este cajón no tiene ninguna utilidad más que el solo hecho de ser una plataforma para el gramaje. Por fuera de este cajón existe una superficie que protege a la probeta al momento del gramaje. Este cajón se encuentra ubicado en la actual zona de gramaje, junto a la pre prensa.

Caracterización del problema: En este cajón de gramaje no existe una superficie en donde dejar las probetas con adhesivo luego de tomar el gramaje y continuar con la siguiente probeta (tres probetas) por lo que el operador las deja en el piso afirmadas del cajón, escurre el adhesivo hacía el piso, dejándolo manchado. Por otro lado, este cajón tiene un orificio sin una utilidad definida, por lo que solo se almacena basura dentro de él, además el cajón es de madera y nunca se limpia por lo que con el paso del tiempo la madera se ha dañado.

Propuesta: Se propone eliminar ese cajón del área y diseñar uno nuevo con las mismas medidas, pero con repisas para el guardado de probetas. Una repisa superior para el guardado de probetas con adhesivo, una cajonera intermedia para el escurrimiento de agua de probetas recién lavadas, la cual tenga una rejilla para que escurra el agua hacia abajo, y en la parte inferior, una bandeja que permita recibir el agua que escurra de las probetas. Cada repisa será señalizada con su funcionalidad. Además, se propone trasladar la gramera hacia la zona operacional y disponerla sobre el nuevo cajón, de manera que todo lo necesario para el proceso de gramaje se encuentre en el mismo lugar.

Figura 4.38: Estado actual y propuesto mueble en zona gramaje



Fuente: Elaboración propia

Para el guardado de la placa de gramaje se propone implementar ganchos en la escalera hacia el subsuelo en la zona operacional de modo de almacenar ahí la placa. Acá también se señalizará con un letrero que señale “Placa de gramaje”.

Figura 4.39: Estado actual y propuesto para guardado de placa gramaje



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Con estas propuestas para el guardado de probetas y placas de gramaje, se obtendrá una mayor limpieza del área, menor probabilidad de

accidentes, menores movimientos, todo esto aumentará la eficiencia del trabajo realizado en encolado.

4.11.1.3. Llenado de agua a tineta para lavado de guantes

Descripción de la situación actual: Los armadores utilizan guantes para el armado de tableros, estos guantes se manchan con adhesivo, por lo que ellos requieren lavarlos cada cierto tiempo para evitar manchar la cara de los tableros. Para el lavado de guantes, ellos utilizan unas tinetas en su lugar de trabajo, las cuales llenan de agua con la pistola que se encuentra en el nivel de subsuelo y deben de cambiar esta agua cada turno. Según entrevistas con operadores ellos también tienen la noción de que con agua caliente se remueve más fácilmente el adhesivo de los guantes que al usar agua fría.

Caracterización del problema: Esta actividad trae consigo por un lado altos riesgos, ya que para llenar la tineta deben bajar a nivel de subsuelo y utilizar la pistola de agua para luego subir la escalera con estas tinetas en las manos, lo cual puede provocar alguna caída.

Cronometraje de tiempos en terreno para llenado de agua a tineta para lavado de guantes:

Tabla 4.26: Tiempos involucrados en llenado de tinetas para lavado de guantes

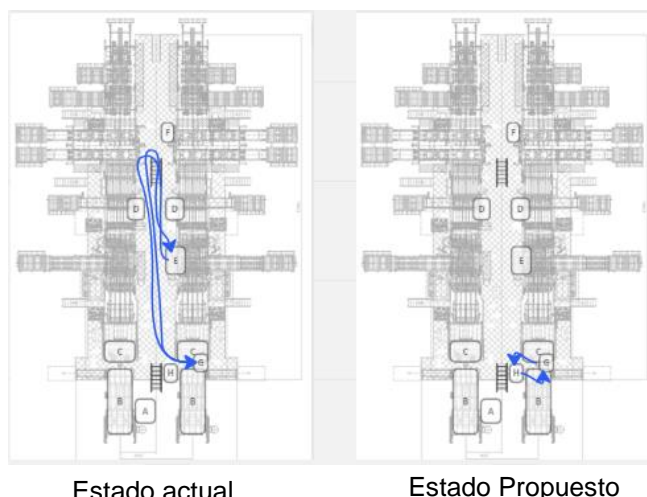
Actividad	Duración (min)	Frecuencia por turno	Responsable
Traslado de zona armadores a zona subsuelo	0,68	1	Operador C o ayudante
Vaciado y llenado de tineta	1,00	1	Operador C o ayudante
Traslado de zona subsuelo a zona armadores	1,18	1	Operador C o ayudante
Tiempo total	2,86	2,86	

Fuente: Elaboración propia

Considerando que una vez en el turno se debe cambiar el agua de la tineta, y considerando además que cada encoladora tiene una tineta, entonces en todo el mes de septiembre se invirtieron 17,16 horas para este proceso.

Diagrama de Spaghetti llenado de tinetas:

Figura 4.40: Diagrama spaghetti estado actual y propuesto llenado de tineta



Fuente: Elaboración propia

Propuesta: Actualmente en el área de armadores, se encuentra habilitado un lavamanos, el cual se propone mejorar de forma que permita llenar las tinetas en él. Se propone reemplazar el lavaplatos existente por uno más profundo, además de poner una llave más alta y flexible para dirigir el agua hacia la tineta evitando salpicar agua y generar suciedad en el área. Además de que la activación de la llave sea por pedal, evitando así que el operador toque el lavamanos con los guantes con adhesivo. Este lavamanos deberá indicar “Uso exclusivo para llenado y vaciado de tinetas”.

Figura 4.41: Estado actual y propuesta para lavamanos en zona armadores



Fuente: Elaboración propia

Se realizaron pruebas para el lavado de guantes con agua fría y caliente, para evaluar la temperatura necesaria del agua para este lavado. Se obtuvo lo siguiente:

Tabla 4.27: Prueba experimental en el lavado de guantes

Lavado de guantes	Temperatura	Tiempo de lavado
Agua Caliente	46,2°C	11 seg
Agua fría	24,2°C	13 seg

Fuente: Elaboración propia

Como se observa resultó que la diferencia en tiempo (eficiencia) entre lavar guantes con agua caliente o fría no es significativa, por lo que no es necesario que los operadores dispongan de agua caliente para lavar sus guantes.

Impacto de la propuesta: Se logrará disminuir riesgos, y movimientos del operador.

Reducción de tiempo en llenado de tinetas:

Tabla 4.28: Tiempos involucrados propuesta para llenado de tineta

Actividad	Duración (min)	Frecuencia por turno	Responsable
Vaciado y llenado de tineta	1	1	Armador

Fuente: Elaboración propia

Reduciendo el tiempo de traslado, se tiene que el tiempo total invertido en el mes será de 6 horas, considerando que se lavará 90 veces por encoladora y son 4 encoladoras en el área. Con esto, el tiempo invertido para el llenado de tinetas se reducirá en un 65,03 por ciento.

Gráfico 4.6: Reducción de tiempo en llenado de tineta



Fuente: Elaboración propia

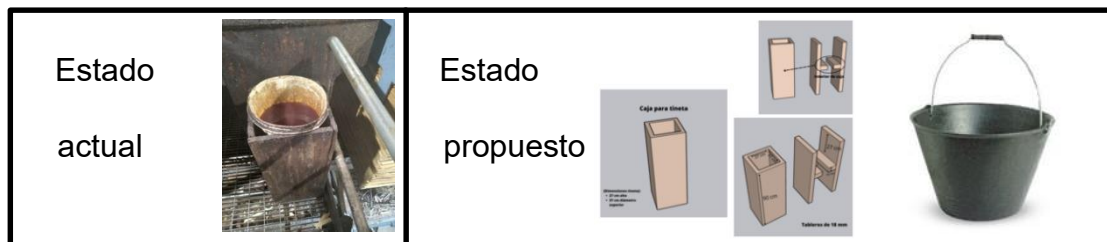
4.11.1.4. Plataforma y tinetas para el lavado de guantes

Descripción de la situación actual: Para el lavado de guantes, el operador utiliza una tineta, la cual se dispone sobre una plataforma de madera, cada encoladora posee su propia tineta.

Caracterización del problema: Por efecto del desgaste con los años, las plataformas no se encuentran en buenas condiciones. Las plataformas son bajas por lo que el operador debe agacharse para poder lavar sus guantes, por otro lado, las tinetas son de 20 litros, y los operadores muchas veces las llenan hasta más de la mitad de su capacidad, consumiendo por un lado mucha agua, que no es necesario y por otro lado es mayor el esfuerzo que deben realizar estos al cargar 10 o 15 kg, subiendo y bajando escaleras.

Propuesta: Se propone modificar las plataformas y tinetas que actualmente se encuentran en el área, pasando de plataformas de 79,5 cm de altura a otra de 90 cm de altura. Por otro lado, renovar las tinetas actualmente usadas, por unas de 12 litros, más pequeñas y en mejores condiciones.

Figura 4.42: Estado actual y propuesto para modificación plataforma y tinetas



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Mayor orden y limpieza de la zona de armado, reducción de sobreesfuerzos del operador al utilizar una tineta más pequeña, se reducirá el peso para trasladar esta, ya que el agua con que se llenará será menor, con esto y como consecuencia se logrará reducir riesgos.

4.11.1.5. Placas de gramaje extras

Descripción de la situación actual: Actualmente en el área solo hay una placa de gramaje por línea (una para dos encoladoras).

Caracterización del problema: Existen momentos en los cuales en ambas encoladoras se requiere realizar el gramaje al mismo tiempo y al existir una única placa para dos encoladoras una pierde tiempo en espera que desocupen la placa.

Propuesta: Se propone implementar una placa de gramaje extra por línea.

Impacto de la propuesta: Reducción de pérdidas de tiempo en espera de placa para realizar gramaje.

4.11.1.6. Tableros de madera en pisos de escritorios y zona de descanso

Descripción de la situación actual: En la zona operacional y de descanso, existen escritorios y sillas. En esta zona el piso es una rejilla. En la zona existen pisos de madera, los cuales son trozos de madera que los mismos operadores solo ponen sobre las rejillas.

Caracterización del problema: En áreas donde no existen estos pisos de madera, se corre el riesgo de accidentes, ya que las patas de la silla pueden caerse por los orificios de la rejilla, provocando alguna caída o accidente. En las zonas donde los trabajadores han puesto pisos de madera, no se encuentran apernados a la rejilla por lo que se corre el riesgo de tropiezos, esguinces, o accidentes más graves.

Propuesta: Se propone implementar pisos de madera en zona operacional y de descanso, apernados a las rejillas.

Figura 4.43: Estado actual y propuesto para tableros en piso zona operacional



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Mayor comodidad y menores riesgos para el operador.

4.11.1.7. Cadenas para sensor

Descripción de la situación actual: En el área existen sensores cuya función es impedir la ocurrencia de accidentes. Cuando alguien se acerca demasiado a la máquina estos sensores detectan el movimiento y la máquina automáticamente se detiene.

Caracterización del problema: Estos sensores no se encuentran señalizados. Según lo comentado con el jefe del área, en una visita, una persona se acercó demasiado a la máquina, ya que no está señalizado, activándose el sensor, lo que provocó que la máquina se detuviera de forma abrupta, y perdiéndose varios kilogramos de adhesivo por esa falla, además del riesgo que ello implica.

Propuesta: Se propone implementar cadenas plásticas en el área en que se encuentra este sensor.

Figura 4.44: Estado actual y propuesto para cadenas en sensor



Fuente: Elaboración propia

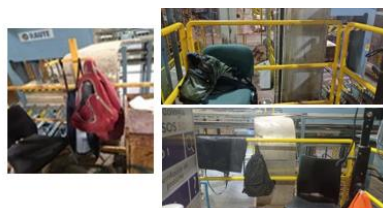
Impacto de la propuesta: Señalizar sensor, evitar activación del este y por consecuencia la detención de la máquina, y reducir riesgos.

4.11.2. Lugar y orden definido para recursos

4.11.2.1. Percheros para pertenencias de operadores

Descripción de la situación actual: Actualmente los operadores no tienen un lugar para colgar o guardar sus pertenencias. Utilizan atriles antiguos para colgar sus cosas, o las dejan sobre sillas, en el suelo, o hasta en ganchos que ellos mismos ponen en algunas áreas (ganchos de alambre).

Imagen 4.13: Pertenencias de operadores en el área



Fuente: Elaboración propia

Caracterización del problema: Se observa mucho desorden en la zona de descanso de armadores.

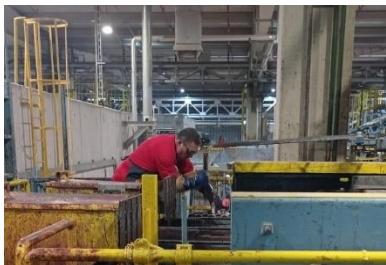
Propuesta: Se propone implementar percheros detrás en las zonas de descanso.

Impacto de la propuesta: Mayor orden de la zona de descanso.

4.11.2.2. Herramientas en zona armadores

Descripción de la situación actual: Detrás de cada zona de armadores existen plataformas con tres repisas, las que son utilizadas para el almacenamiento de chapas con adhesivo. En la zona de armado se utilizan algunas herramientas como lanzas, espátulas, talco para los guantes de los armadores. Las lanzas utilizadas fueron diseñadas con un sistema en la punta que permite enganchar las chapas y moverlas.

Imagen 4.14: Armador limpiando topes con adhesivo



Fuente: Elaboración propia

Imagen 4.15: Lanzas utilizadas en el armado de tableros

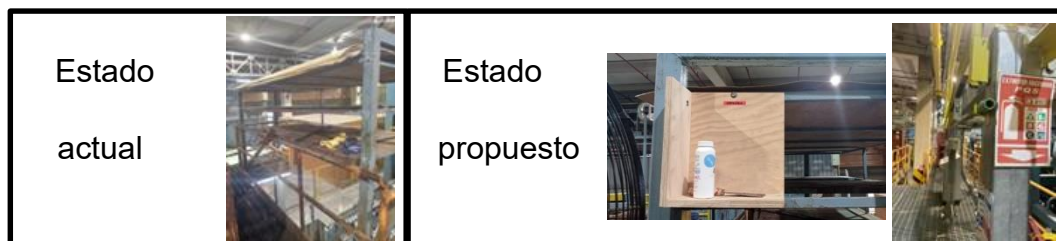


Fuente: Elaboración propia

Caracterización del problema: Las herramientas utilizadas no disponen de un lugar determinado para su guardado, por lo que los armadores los dejan sobre las repisas, impidiendo así que se dejen chapas en estas. Por otro lado, al no existir un lugar determinado para estas herramientas, estas se pierden, o son tomadas por operadores de otras encoladoras, teniendo el operador muchas veces que salir en búsqueda de estas, perdiendo tiempo en ello. Las lanzas se encuentran en mal estado y ya no cumplen con la funcionalidad de enganchar las chapas y moverlas, el operador solo empuja la chapa con la lanza o bien tiene que moverla directamente con sus manos, y al estar lejos existen riesgos involucrados.

Propuesta: Se propone implementar repisas en zona armadores para guardado de espátula, talco, y herramientas pequeñas utilizadas en el área. Además de ganchos por el contorno de las repisas para el guardado de lanzas. Además de reparar las lanzas utilizadas y que ya no cumplen con su funcionalidad. Estas repisas y ganchos deben ser señalizados indicando los elementos que se almacenaran en cada lugar.

Figura 4.45: Estado actual y propuesto orden de herramientas armado



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Orden en el guardado de herramientas, y facilidad para encontrar estas y utilizarlas cuando se requiere, sin tener que involucrar tiempo en búsqueda de estas. Además, al implementar nuevas lanzas se podrá cumplir con su funcionalidad, y aumentar la eficiencia de mover chapas cuando se atascan, además de reducir riegos.

4.11.2.3. Mueble para arnés en línea 2

Descripción de la situación actual: Cada línea de encolado tiene su arnés propio, sin embargo, en la línea 2 no existe un mueble para el guardado de este, dejando guardado el arnés en distintos lugares del área sin un lugar definido.

Caracterización del problema: Al no tener el arnés un lugar determinado para su almacenamiento es difícil de encontrar y utilizar por los operadores cuando se requiere, perdiendo tiempo en búsqueda de este.

Propuesta: Se propone implementar mueble para arnés en línea 2 de encolado al igual que en línea 1.

Figura 4.46: Estado actual y propuesto para guardado de arnés



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Mayor orden, mejor estado del arnés y facilidad en el encontrar y utilizar el mismo.

4.11.2.4. Indicadores utilizados en panel de control

Descripción de la situación actual: En los paneles de control se utilizan indicadores propios del área. En el área no existe un lugar adecuado para almacenar y poder visualizar estos indicadores por parte de los operadores.

Caracterización del problema: Si los operadores del área no pueden visualizar indicadores, no pueden mejorar.

Propuesta: Se propone implementar buzones transparentes en los paneles de control para almacenar indicadores y mantener un orden de estos. Estos deben señalizarse indicando “Buzón indicadores área”.

Figura 4.47: Estado actual y propuesto para indicadores usados en panel de control



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Mayor orden y visualización de indicadores utilizados en panel de control.

4.11.2.5. Implementos de limpieza

Descripción de la situación actual: El área de subsuelo en encolado, es una zona que se llena constantemente con polvo de madera, pedazos de chapa, etc. Por lo que se requiere estar en constante limpieza del área. En el área para la limpieza se hace uso de escobillón, mopa y pala.

Caracterización del problema: Los implementos de limpieza no tienen un lugar para su guardado, cuando alguien lo utiliza lo deja en cualquier lugar, y luego el siguiente

operador que requiera de los implementos de limpieza tiene que buscarlos en el área para utilizarlos, lo que trae consigo pérdida de tiempo.

Propuesta: Implementar paneles sombra para implementos de limpieza (mopa, escobillón y pala) a nivel de piso.

Figura 4.48: Estado actual y propuesto para paneles sombra



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Orden en el guardado de implementos de limpieza, reduciendo el tiempo que dedica el operador en buscar estos implementos en el área.

4.11.2.6. Pizarra de corcho

Descripción de la situación actual: En el área operacional existen pizarras de corcho, para visualizar indicadores.

Caracterización del problema: Estas pizarras son muy pequeñas y no permiten visualizar de forma correcta los indicadores del área. Además, muchas veces los indicadores están colgados a un lado de la pizarra, pero no se distribuyen en esta para poder visualizarlos.

Imagen 4.16: Pizarra de corcho en zona operacional



Fuente: Elaboración propia

Propuesta: Se propone implementar pizarra de corcho más grande para abarcar mayor cantidad de indicadores. Además de estandarizar que los indicadores se distribuyan en la pizarra.

Impacto de la propuesta: Mayor orden y visualización de indicadores utilizados en el área.

4.11.3. Eliminar innecesarios

4.11.3.1. Muebles de la zona operacional

Descripción de la situación actual: En la zona operacional, existen muebles en los cuales se guardan archivadores de cada turno (4 archivadores en total), los cajones de abajo del mueble no tienen utilidad, y se encuentran en mal estado, actualmente solo se acumula basura en ellos.

Caracterización del problema: Mueble innecesario en el área, que provoca acumulación de basura y entorpece la visualización, tránsito y solución de eventuales fallas de la máquina.

Propuesta: Se propone eliminar esos muebles del área, y en su lugar implementar repisas para almacenar archivadores. Estas repisas tendrán espacio para 4 archivadores, cada espacio se deberá señalar indicando el turno que le corresponde.

Figura 4.49: Estado actual y propuesta para archivadores en zona operacional



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Despejar el área de la zona operacional, para el tránsito en el área, mejorar la visualización de la máquina, así como también facilitar el acceso a

la máquina ante eventuales fallas del equipo. Estandarizar el uso de un solo archivador por turno, teniendo solo 4 archivadores en el área.

4.11.3.2. Escritorios de zona operacional y gramaje

Descripción de la situación actual: En cada línea de encolado existen 3 escritorios, uno en la zona de gramaje junto a la preprensa para el registro de datos del gramaje y dos en la zona operacional (uno para cada encoladora) para el llenado de bitácoras y check list de control procesos.

Caracterización del problema: Estos escritorios solo ocupan espacio, ya que no es necesario tener un escritorio para realizar cada actividad ya que se utilizan solo por momentos en el turno.

Propuesta: Se propone eliminar en cada línea 2 de los escritorios, dejando un solo escritorio por línea para lo que es el registro del gramaje, llenado de bitácoras y check list de control procesos. Además, será necesario trasladar el PC que se encuentra en la zona de gramaje para el check list de control procesos hacía el área operacional y disponerlo sobre el escritorio disponible en esa zona.

Impacto de la propuesta: Mayor espacio en el área para el tránsito, visualización y operación de los equipos, además de reducir los traslados en el área.

4.11.3.3. Atriles en zona armadores

Descripción de la situación actual: Detrás de la zona de armadores, se encuentran atriles antiguos y que no pertenecen al área, los cuales en muchas ocasiones son utilizados por los operadores para colgar sus pertenencias.

Imagen 4.17: Atril en zona armadores



Fuente: Elaboración propia

Caracterización del problema: Elemento que genera desorden e impide visualización del área.

Propuesta: Se propone quitar estos atriles de la zona armadores e instalar percheros para las pertenencias de los operadores.

Impacto de la propuesta: Eliminar elementos no pertenecientes al área, dejando más espacio libre para el tránsito y visualización de lo que sucede en el área.

4.11.3.4. Cajas para hidro lavadora

Descripción de la situación actual: Para el lavado de discos en el cabezal de extrusión antes se utilizaban hidro lavadoras, sin embargo, estas dejaron de funcionar ya que no se les realizó mantención y su vida útil terminó. Para el guardado de las hidro lavadoras se construyeron cajas las que actualmente no tienen utilidad en el área.

Caracterización del problema: Estas cajas solo ocupan espacio en la zona operacional y actualmente no tienen ninguna funcionalidad. Existen dos cajas en el área.

Imagen 4.18: Cajas de hidro lavadora



Fuente: Elaboración propia

Propuesta: Se propone eliminar estas cajas del área.

Impacto de la propuesta: Eliminar elementos no pertenecientes al área, dejando más espacio libre para el tránsito y acceso a las máquinas ante fallas.

4.11.4. Aumentar la limpieza del área

4.11.4.1. Recuperación de adhesivo en el lavado de filtros

Descripción de la situación actual: Con una frecuencia de 2 veces por turno, se debe lavar el sistema de aplicación de adhesivo, el cual incluye el lavado de filtros de adhesivo a nivel de piso.

Imagen 4.19: Filtro de baja en nivel de subsuelo



Fuente: Elaboración propia

El operador C o el ayudante es el encargado de esta tarea, él debe bajar a nivel de piso, drenar el filtro, para lo cual debe abrir la llave de abajo, y dejar que escurra todo el adhesivo que está en él, luego de ello retira el filtro, lo lava en con la pistola de agua, dejándolo limpio y habilitado para seguir utilizándolo.

Caracterización del problema: Este adhesivo que es drenado cae al petril, en promedio se estima que se pierden dos kilogramos de adhesivo por turno, por efecto del drenaje de filtros. Al final del turno, se debe hacer limpieza del petril, quitando todo el adhesivo que se encuentra en él, para lo cual se consumen grandes cantidades de agua y por consecuencia se genera una gran cantidad de riles.

Imagen 4.20: Adhesivo en petril



Fuente: Elaboración propia

Propuesta: Se propone el utilizar un jarro, en cada una de las encoladoras, en la zona de lavado de filtros, de modo que el operador al drenar este, tome este jarro, lo coloque bajo el filtro de modo de poder recibir ese adhesivo que cae en un jarro, y luego de lavar el filtro, él pueda volver a introducir este adhesivo (recuperar). Este jarro debe ser señalizado indicando “jarro para recuperación de adhesivo”.

Figura 4.50: Estado actual y propuesto para recuperar adhesivo de filtros



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Con esta propuesta, se logrará tener un mayor orden en la limpieza del área de piso, al mantener la limpieza de los petriles, se recuperará adhesivo, se reducirá el consumo de agua en la limpieza del petril y por consecuencia de la generación de residuos industriales líquidos.

4.11.4.2. Orden y limpieza mesa de trabajo

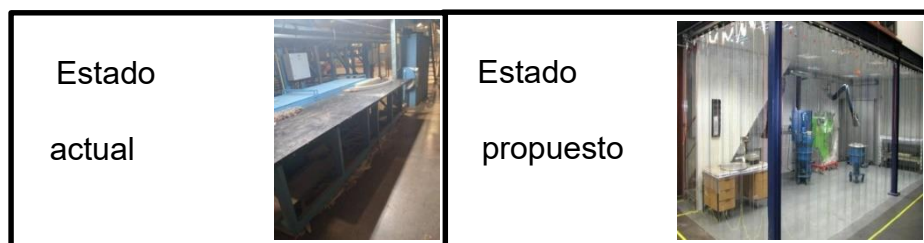
Descripción de la situación actual: En el nivel de piso, se encuentra una mesa, la cual es utilizada por el equipo de mantención. Esta mesa al encontrarse a nivel de piso

bajo las máquinas se llena de polvo de madera y astillas, por lo que la mesa se mantiene sucia frecuentemente.

Caracterización del problema: Al mantenerse constantemente sucia esta mesa, impide el eficiente trabajo del equipo de mantención en el área.

Propuesta: Se propone implementar una cortina de lamas de PVC, de modo de impedir la suciedad en la mesa de trabajo, y de esta forma facilitar y hacer más eficiente el trabajo por parte del personal de mantención.

Figura 4.51: Estado actual y propuesto para mesa de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Mantener la limpieza de la mesa de trabajo, para el eficiente trabajo de mantención en el área.

4.11.4.3. Adquirir y cambiar ubicación dispensadores de agua

Descripción de la situación actual: Cada línea tiene un dispensador de agua para el consumo de los operadores, en la línea 1 el dispensador de agua se encuentra detrás de la zona de armadores, sin embargo, en la línea 2 este dispensador de agua se encuentra en la zona operacional.

Caracterización del problema: El dispensador de agua de la línea 2 ocupa espacio en esa área para el tránsito, visualización de la máquina, y entorpece ante eventuales fallas en el área. Los dispensadores de agua se encuentran en malas condiciones debido al uso, manchados con adhesivo y desgastados.

Propuesta: Se propone adquirir nuevos dispensadores de agua, más pequeños, además de cambiar de ubicación el dispensador de agua de la línea 2 y trasladarlo de la zona operacional hacia la zona armadores.

Figura 4.52: Estado actual y propuesto ubicación dispensador de agua en línea 2



Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Despejar el área operacional para el correcto tránsito, visualización y solución de fallas en la máquina en esa área.

4.11.4.4. Basureros para vasos

Descripción de la situación actual: Para el consumo de agua en los dispensadores de agua, se utilizan vasos de cartón, los cuales deben de botarse, en el área existen tarros que han adaptado como basureros.

Caracterización del problema: Estos tarros de basura tienen poca capacidad, se encuentran desgastados y no generan una buena apariencia en el área.

Imagen 4.21: Basureros para vasos



Fuente: Elaboración propia

Propuesta: Se propone la implementación de basureros de mayor capacidad junto a cada dispensador de agua.

Impacto de la propuesta: Aumentar el orden y limpieza del área.

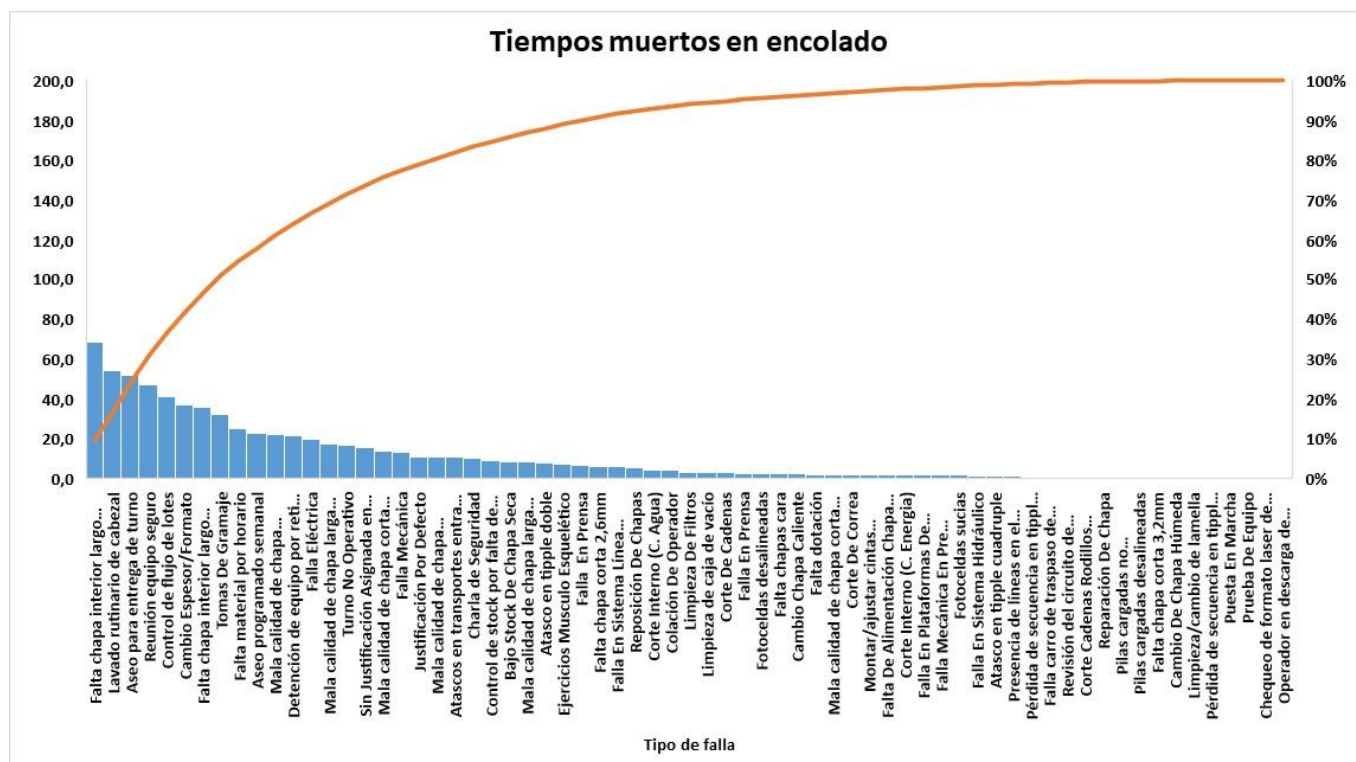
4.12. Desarrollo metodología SMED en encolado

Se hizo uso de una base de datos SEP desde la cual se extrajeron todas las fallas causantes de tiempo muerto en el área para el mes de septiembre de 2022. De acá se extrajeron aquellas fallas más significativas (las que provocan mayor tiempo muerto) y se realizó un análisis a cada una de ellas siguiendo el procedimiento de la figura 4.4 y así poder determinar a cuáles de estas poder darles solución mediante propuestas SMED.

4.12.1. Análisis tiempos muertos para oportunidades SMED

Diagrama de pareto tiempos muertos en encolado:

Figura 4.53: Diagrama de pareto tiempos muertos encolado, septiembre 2022



Fuente: Elaboración propia

De este pareto, se observa que las primeras 20 fallas, representan un 80 por ciento del total de tiempo muerto en el área para el mes de septiembre, estas son las fallas más significativas, por lo que en ellas se generó un análisis para determinar en cual o

cuales de ellas se pueden desarrollar propuesta de mejora con enfoque SMED para así lograr reducir el tiempo muerto en el área.

Fallas más significativas en el área de encolado:

Figura 4.54: Tiempos muertos más significativos en encolado



Fuente: Elaboración propia

4.12.1.1. Análisis tiempos muertos más significativos en el área

Tabla 4.29: Clasificación fallas más significativas para oportunidades SMED

Falla	Tiempo gestionable o no gestionable	Responsable	Especialidad	Es posible una solución SMED en el área	Comentario
Falta chapa interior largo 3,2mm	gestionable	Clasificación	Producción	No	Falta de chapa interior larga clasificada
Lavado rutinario de cabezal	gestionable	Encolado	Producción	Si	Actividad que se realiza para mantener la correcta aplicación de adhesivo, existen oportunidades para disminuir el tiempo empleado en esta tarea, y reducir el consumo de agua y generación de riles
Aseo para entrega de turno	no gestionable	Encolado	Producción	No	Estandar de tiempo destinado por temas de seguridad
Reunión equipo seguro	no gestionable	Encolado	Administración	No	Reunión y tiempo justificado y necesario por temas de seguridad
Control de flujo de lotes	gestionable	Prensa	Producción	No	Baja productividad en prensa por lo que se debe detener el flujo de lotes encolados ya que no serán procesados de inmediato
Cambio Espesor/Formato	gestionable	Encolado	Producción	Si	Actividad necesaria para cumplir con los diferentes requerimientos del mercado, existen oportunidades al estandarizar el proceso
Falta chapa interior largo 2,6mm	gestionable	Clasificación	Producción	No	Falta de chapa interior larga clasificada
Tomas De Gramaje	no gestionable	Encolado	Producción	No	Actividad necesaria para evaluar las propiedades del adhesivo
Falta material por horario	no gestionable	grúa	Producción	No	Colación de grúa
Aseo programado semanal	no gestionable	Encolado	Producción	No	Estandar de tiempo destinado por temas de seguridad
Mala calidad de chapa ensamblada 2,6mm	gestionable	Ensamblado	Producción	No	Levantar el problema con ensamblado
Detención de equipo por retiro anticipado Lockers por pandemia	gestionable	Encolado	Administración	No	Detención de equipos por atraso de buses y/o actividades extraprogramáticas
Falla Eléctrica	gestionable	Encolado	Eléctrica	No	Fallas momentáneas responsabilidad de eléctricos
Mala calidad de chapa larga 2,6mm	gestionable	Clasificación	Producción	No	Levantar el problema con clasificación
Turno No Operativo	no gestionable	Encolado	Producción	No	Detención de equipo por actividades extraprogramáticas (justificadas)
Sin Justificación Asignada en MIS	no gestionable	desconocido	No imputada	No	Justificación de falla desconocida
Mala calidad de chapa corta full 2,6mm	gestionable	Ensamblado	Producción	No	Levantar el problema con ensamblado
Falla Mecánica	gestionable	Encolado	Mecánica	No	Mantenciones momentáneas
Justificación Por Defecto	gestionable	Encolado	No imputada	No	Defectos varios
Mala calidad de chapa ensamblada 3,2mm	gestionable	Ensamblado	Producción	No	Levantar problema con ensamblado

Fuente: Elaboración propia

Para las actividades clasificadas como si es posible solución SMED en el área, se desarrollaron propuestas de mejora a fin de reducir su tiempo muerto, las que se desarrollan a continuación.

4.12.2. Propuestas con enfoque SMED

4.12.2.1. Lavado rutinario de cabezal

Paso 0: Análisis detallado

Descripción de la situación actual: Para asegurar el estándar de gramaje y la calidad de los tableros armados, se debe realizar limpieza del sistema de aplicación de adhesivo con una frecuencia promedio de dos veces en un turno, invirtiéndose 17,77

minutos cada vez que se lleva a cabo el set up. (datos obtenidos de complemento SEP). Este tiempo se imputa como lavado rutinario de cabezal, sin embargo, incluye las tareas de lavado de cabezal (automático), lavado de discos, raspado de guías, y lavado de filtros. En total en el mes de septiembre se invirtieron 54,5 horas en el área de encolado solo en este proceso.

Para realizar este proceso, el operador b debe primero detener la encoladora, y dirigirse al panel de control de lavado, en donde automáticamente se comienza a realizar el lavado de cabezal, el cual involucra un tiempo en donde el adhesivo que queda en el cabezal escurre hacia el arnero, de modo de recuperar ese adhesivo, luego comienza la expulsión de agua sobre los discos para su lavado. En paralelo al lavado de cabezal, el operador se sube a la encoladora y con la pistola de agua que expulsa a agua a alta presión debe lavar los discos uno por uno (14 discos) el promedio de expulsión de agua para el lavado de discos es de cinco a seis minutos, luego de haber quitado la mayor cantidad de adhesivo con la manguera, el operador debe utilizar una espátula con la cual raspa las guías de traspaso de la chapa, las cuales quedan con adhesivo pegado que con agua no sale y deben raspar estas. En paralelo a todo esto, el armador debe bajar a lavar los filtros a nivel de suelo con la pistola de agua.

Caracterización del problema: El lavado de discos, el operador debiera de realizarlo en paralelo al lavado automático de cabezal, y el ayudante debiera de realizar en paralelo al lavado de discos el lavado de filtros en nivel de piso, sin embargo, esto no se realiza así actualmente debido a falta de coordinación y control en las actividades.

Consumo de agua para este proceso:

Tabla 4.30: Consumo de agua mensual para lavado de discos

Caudal Agua	60 litros/minuto
Tiempo expulsión de agua	5,5 minutos
Cantidad de veces lavado de discos en el mes	184 veces
Consumo de agua	60720 litros

Fuente: Elaboración propia

Esto da un total de 60,72 toneladas de residuos industriales líquidos generados mensualmente solo en esta tarea.

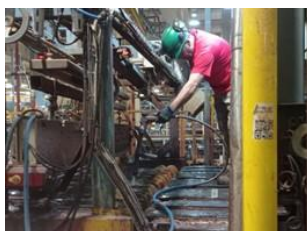
Cronometraje de tiempos en terreno para el lavado rutinario de cabezal:

Tabla 4.31: Tiempos involucrados en el lavado rutinario de cabezal

Actividad	Duración promedio (min)	Responsable
Retardo para que escurra adhesivo del cabezal	2,10	Operador b
Expulsión de agua para lavado del cabezal	0,87	Operador b
Lavado de discos	5,14	Operador b
Raspar guías de traspaso	1,94	Operador b
Lavado de Filtros	2,87	Operador c o ayudante
Tiempo total (min)	12,93	

Fuente: Elaboración propia

Imagen 4.22: Operador lavando filtros sobre la encoladora



Fuente: Elaboración propia

Imagen 4.23: Operador raspando guías de traspaso



Fuente: Elaboración propia

Considerando que en el mes de septiembre este proceso de set up de lavado del sistema de aplicación de adhesivo, se llevó a cabo 184 veces en toda el área de encolado, además considerando que en promedio tardan 17,77 minutos en realizar

este proceso (datos obtenidos de complemento SEP), se tiene que para el mes de septiembre se invirtieron 54,4 horas en este proceso de set up.

Paso 1: Clasificar tareas en externas e internas

Clasificación actividades para el lavado rutinario de cabezal:

Tabla 4.32: Clasificación actividades para lavado rutinario de cabezal

Actividad	Responsable	Externa	Interna
Retardo para que escurra adhesivo del cabezal	Operador b		x
Expulsión de agua para lavado del cabezal	Operador b		x
Lavado de discos	Operador b		x
Raspado de guías de traspaso	Operador b		x
Lavado de filtros	Operador c o ayudante		x

Fuente: Elaboración propia

Se observa que un 100 por ciento de las actividades corresponden a actividades internas las que realiza en paralelo el operado b y el operador c o ayudante de la línea, es decir es tiempo en que la máquina está detenida.

Propuesta:

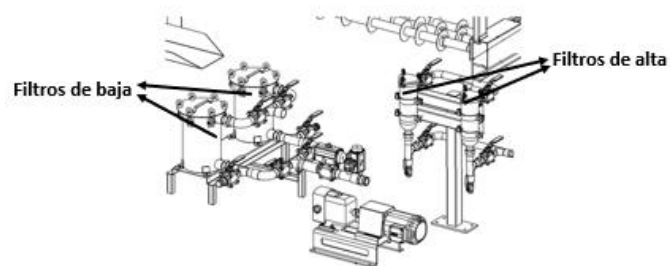
Paso 2: Convertir tareas internas a externas

Se propone el estandarizar y capacitar al personal con respecto a el procedimiento de lavado rutinario de cabezal de modo que cada una de las actividades se realicen en paralelo.

Se propone que la tarea de lavado de filtro pase a ser una actividad externa. En cada encoladora existen cuatro filtros (dos filtros de alta y dos filtros de baja). Hoy en día solo se utiliza un filtro de alta y un filtro de baja. Se propone habilitar los cuatro filtros, de modo que, al momento de necesitar lavar el sistema de aplicación de adhesivo, el operador c o el ayudante solo baje a nivel de piso cierre las válvulas de entrada y salida del filtro en servicio y abra las válvulas de entrada y salida del filtro auxiliar, dejando

habilitado este último. Luego en paralelo al funcionamiento de la máquina el operador c o ayudante puede lavar el filtro.

Figura 4.55: Filtros de baja y alta



Fuente: Elaboración propia

Propuesta clasificación de tareas:

Tabla 4.33: Clasificación propuesta de actividades en lavado rutinario de cabezal

Actividad	Responsable	Externa	Interna
Retardo para que escurra adhesivo del cabezal	Operador b		x
Expulsión de agua para lavado del cabezal	Operador b		x
Lavado de discos	Operador b		x
Raspado de guías de traspaso	Operador b		x
Lavado de filtros	Operador c o ayudante	x	

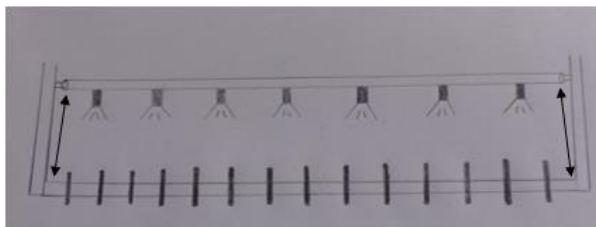
Fuente: Elaboración propia

Con esta propuesta el lavado de filtros se transformó en actividad externa, provocando que ahora exista un 80 por ciento de actividades internas y un 20 por ciento de actividades externas para realizar el proceso de set up.

Paso 3: Optimizar las actividades internas y externas:

En cuanto al lavado de discos, se propone implementar un sistema automatizado para el lavado de estos el cual proporcione un lavado más eficiente. Para ello se propone implementar una tubería con siete boquillas, las cuales inyecten agua a alta presión.

Figura 4.56: Propuesta de sistema automatizado para lavado de discos



Fuente: Elaboración propia

En la imagen se observa la propuesta, la cual se quiere implementar sobre un riel, de modo que este sistema de boquillas se encuentre en altura mientras la máquina opere, y baje hasta una altura de unos 30 centímetros cuando se requiera el lavado de discos. Se espera que el tiempo de expulsión de agua con este sistema sea de un minuto. Además, se quiere aumentar al doble la frecuencia de lavado, de modo de evitar que se pegue adhesivo en las guías de traspaso y este adhesivo sea quitado por este sistema.

Reducción en el consumo de agua mensual:

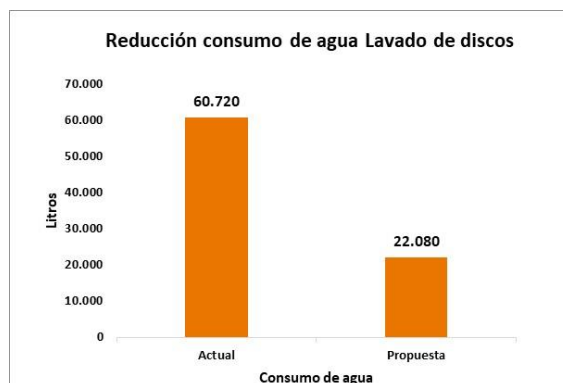
Tabla 4.34: Estimación reducción consumo de agua mensual en lavado de discos

Caudal Agua	60 litros/minuto
Tiempo expulsión de agua	1 minuto
Cantidad de veces lavado de discos en el mes	368 veces
Consumo de agua	22080 litros

Fuente: Elaboración propia

Impacto de la propuesta: Al tener una mayor coordinación del equipo para realizar esta actividad de set up, habilitar el filtro auxiliar, y la propuesta del sistema automatizado para lavado de discos, se observa una disminución en el consumo de agua y generación de residuos industriales líquidos de un 63,64 por ciento.

Gráfico 4.7: Reducción consumo de agua con propuesta de lavado de discos



Fuente: Elaboración propia

Reducción tiempos muertos:

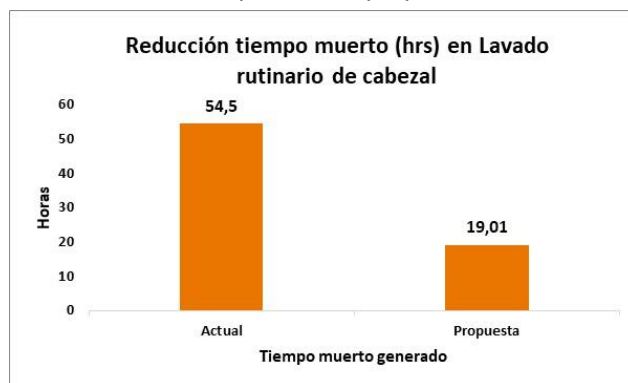
Tabla 4.35: Estimación reducción tiempos muertos propuesta en lavado rutinario de cabezal

Actividad	Duración promedio (min)	Responsable	Externa	Interna
Retardo para que escurra adhesivo del cabezal	2,10	Operador b		x
Expulsión de agua para lavado del cabezal	0,87	Operador b		x
Lavado de discos	1,00	Operador b		x
Abrir y cerrar válvulas	0,50	Operador c o ayudante		x
Lavado de filtros	2,87	Operador o ayudante	x	
Tiempo total (min)	3,1			

Fuente: Elaboración propia

Considerando que la expulsión de agua para lavado de cabezal, el lavado de discos, y la habilitación del filtro auxiliar se realizan en paralelo, se tiene que en total para el proceso de lavado rutinario de cabezal se tardarán 3,1 minutos en promedio. Considerando algunos movimientos y traslados se estima que los operadores deberían tardar 3,5 minutos como máximo en este proceso de set up. Con esto se tiene una reducción de tiempo muerto mensual es de un 65,12 por ciento:

Gráfico 4.8: Reducción de tiempo muerto propuesta lavado rutinario de cabezal



Fuente: Elaboración propia

Otro de los impactos de esta propuesta además de la reducción de tiempo, consumo de agua y generación de riles, es la reducción de accidentes laborales al evitar que el operador tenga que subirse sobre la máquina.

4.12.2.2. Cambio de espesor/formato

Paso 0: Análisis detallado

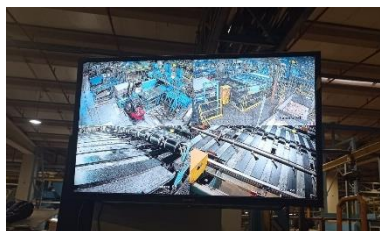
Descripción de la situación actual: Para cumplir con los diferentes requerimientos del mercado, se deben realizar cambios de espesor/formato en los stackers de acuerdo con los requerimientos de producción de la planta. Estos cambios requieren cambiar el tipo de chapa que se carga en los stackers, el cual es llevado a cabo con grúa horquilla. Estos cambios de formato se realizan con una frecuencia promedio de dos veces por turno, invirtiéndose en promedio 14 minutos de máquina detenida cada vez que se lleva a cabo este proceso de set up. (datos obtenidos de complemento SEP para septiembre de 2022). En total en el mes de septiembre existieron 37 horas de tiempo muerto en toda el área de encolado solo para este proceso de cambio.

El requerimiento de cambio es definido por planificación, y es el supervisor de encolado el responsable de comunicar este al operador de encolado y al supervisor de la grúa, y este último informa del cambio al operador de grúa y al canchero. Desde ese momento el operador de grúa debe comenzar a preparar el cambio, para lo cual comienza a acercar al área los requerimientos de chapa por stacker.

El requerimiento de chapa por stacker es anotado en una pizarra que se encuentra a nivel de piso, de esta forma los requerimientos pueden ser visualizados por parte de los operadores de grúa.

El momento del cambio es informado por el operador de encolado, cuando este observa que la carga de un stacker ya está por acabarse entonces se comunica por radio con el supervisor de grúa, detiene la encoladora y la grúa comienza a realizar el cambio. El operador de la grúa debe retirar la chapa que queda en cada stacker que debe cambiar, esta chapa la lleva hacia las demás encoladoras o bien la regresa hacia las canchas de acopio. Luego de ello debe tomar desde las canchas de acopio las chapas para alimentar en los stacker, debe comunicarse con el canchero para saber la disponibilidad de chapa y el lugar desde donde retirarla.

Imagen 4.24: Pantalla donde el operador visualiza los movimientos en la máquina



Fuente: Elaboración propia

Imagen 4.25: Pizarra para el registro de requerimientos por stacker

PRODUCTO	REQUERIMIENTO	ESTADO	REQUERIMIENTO
STACKER 1	1000	1000	1000
STACKER 2	1000	1000	1000
STACKER 3	1000	1000	1000
STACKER 4	1000	1000	1000
STACKER 5	1000	1000	1000
STACKER 6	1000	1000	1000
STACKER 7	1000	1000	1000
STACKER 8	1000	1000	1000
STACKER 9	1000	1000	1000
STACKER 10	1000	1000	1000
STACKER 11	1000	1000	1000
STACKER 12	1000	1000	1000
STACKER 13	1000	1000	1000
STACKER 14	1000	1000	1000
STACKER 15	1000	1000	1000
STACKER 16	1000	1000	1000
STACKER 17	1000	1000	1000
STACKER 18	1000	1000	1000
STACKER 19	1000	1000	1000
STACKER 20	1000	1000	1000
STACKER 21	1000	1000	1000
STACKER 22	1000	1000	1000
STACKER 23	1000	1000	1000
STACKER 24	1000	1000	1000
STACKER 25	1000	1000	1000
STACKER 26	1000	1000	1000
STACKER 27	1000	1000	1000
STACKER 28	1000	1000	1000
STACKER 29	1000	1000	1000
STACKER 30	1000	1000	1000
STACKER 31	1000	1000	1000
STACKER 32	1000	1000	1000
STACKER 33	1000	1000	1000
STACKER 34	1000	1000	1000
STACKER 35	1000	1000	1000
STACKER 36	1000	1000	1000
STACKER 37	1000	1000	1000
STACKER 38	1000	1000	1000
STACKER 39	1000	1000	1000
STACKER 40	1000	1000	1000
STACKER 41	1000	1000	1000
STACKER 42	1000	1000	1000
STACKER 43	1000	1000	1000
STACKER 44	1000	1000	1000
STACKER 45	1000	1000	1000
STACKER 46	1000	1000	1000
STACKER 47	1000	1000	1000
STACKER 48	1000	1000	1000
STACKER 49	1000	1000	1000
STACKER 50	1000	1000	1000
STACKER 51	1000	1000	1000
STACKER 52	1000	1000	1000
STACKER 53	1000	1000	1000
STACKER 54	1000	1000	1000
STACKER 55	1000	1000	1000
STACKER 56	1000	1000	1000
STACKER 57	1000	1000	1000
STACKER 58	1000	1000	1000
STACKER 59	1000	1000	1000
STACKER 60	1000	1000	1000
STACKER 61	1000	1000	1000
STACKER 62	1000	1000	1000
STACKER 63	1000	1000	1000
STACKER 64	1000	1000	1000
STACKER 65	1000	1000	1000
STACKER 66	1000	1000	1000
STACKER 67	1000	1000	1000
STACKER 68	1000	1000	1000
STACKER 69	1000	1000	1000
STACKER 70	1000	1000	1000
STACKER 71	1000	1000	1000
STACKER 72	1000	1000	1000
STACKER 73	1000	1000	1000
STACKER 74	1000	1000	1000
STACKER 75	1000	1000	1000
STACKER 76	1000	1000	1000
STACKER 77	1000	1000	1000
STACKER 78	1000	1000	1000
STACKER 79	1000	1000	1000
STACKER 80	1000	1000	1000
STACKER 81	1000	1000	1000
STACKER 82	1000	1000	1000
STACKER 83	1000	1000	1000
STACKER 84	1000	1000	1000
STACKER 85	1000	1000	1000
STACKER 86	1000	1000	1000
STACKER 87	1000	1000	1000
STACKER 88	1000	1000	1000
STACKER 89	1000	1000	1000
STACKER 90	1000	1000	1000
STACKER 91	1000	1000	1000
STACKER 92	1000	1000	1000
STACKER 93	1000	1000	1000
STACKER 94	1000	1000	1000
STACKER 95	1000	1000	1000
STACKER 96	1000	1000	1000
STACKER 97	1000	1000	1000
STACKER 98	1000	1000	1000
STACKER 99	1000	1000	1000
STACKER 100	1000	1000	1000

Fuente: Elaboración propia

Las chapas tienen dos espesores, 2,5 y 3,2 mm las cuales se clasifican según calidad, y humedad. Para el estudio se consideró solo el espesor de las chapas. A continuación, se especifican los requerimientos de chapa según espesor en cada stacker:

Tabla 4.36: Requerimientos de chapa por stacker

Espesor	Plies	Stacker1	Stacker2	Stacker3	Stacker4	Stacker5	Stacker6
6,5 mm	3			2,5	2,5		2,5
7 mm	3			2,5	3,2		2,5
9 mm	3			3,2	3,2		3,2
9,5 mm	3			3,2	3,2		3,2
12 mm	5		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
14 mm	5		2,5	3,2	3,2	3,2	3,2
15 mm	5		3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
15 mm ALT	5		2,5	3,2	3,2	3,2	3,2
18 mm	7	3,2	3,2	2,5	2,5	2,5	2,5
18 mm ALT	7	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
18 mm CT3	7	2,5	2,5	3,2	2,5	2,5	3,2
19 mm	7	3,2	3,2	3,2	2,5	2,5	3,2
21 mm	7	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2

Fuente: Elaboración propia

Cambios más significativos:

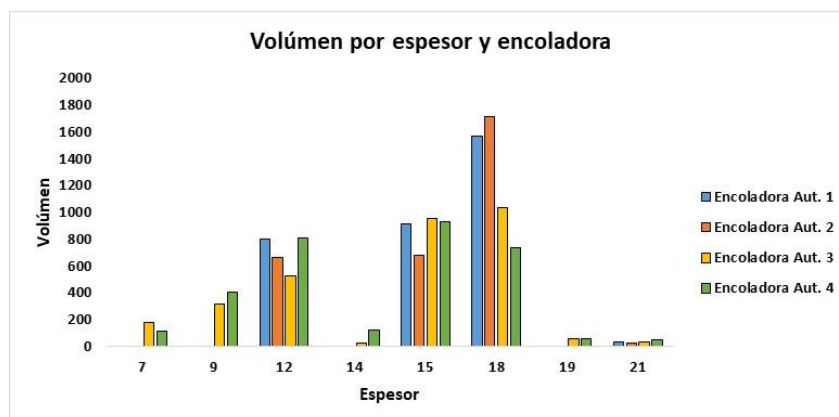
Tabla 4.37: Cambios más significativos

Cambios	15 mm	15 mm ALT	18 mm ALT
12 mm	x		
15 mm			x
18 mm		x	
18 mm ALT	x	x	

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior corresponde a los cambios de formato más significativos, ya que para realizar estos es necesario cambiar 5 stacker. Estos cambios son los que mayor tiempo consumen.

Gráfico 4.9: Volumen por espesor y encoladora (septiembre 2022)



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se observa que los espesores de 12, 15 y 18 mm son los que se producen en mayor cantidad, es decir la frecuencia de cambio para estos espesores es la más significativa, por lo que se enfocará el análisis para estos cambios.

Caracterización del problema: No existe un procedimiento estándar para este proceso de cambio. La coordinación para el cambio es muy lenta, ya que debe pasar por los supervisores de área antes de ser comunicada al operador de la grúa. Una vez que el requerimiento de chapa es informado al operador de la grúa este comienza a preparar el cambio, acercando los requerimientos de pilas hacia la zona de stacker. Sin embargo, existen momentos en que el cambio es informado en el mismo instante, sin dejar tiempo para que la grúa prepare el cambio acercando las pilas al área, sino que al momento que la encoladora se detiene para el cambio tienen que ir a buscar las pilas directamente a las canchas de acopio incurriendo en elevados tiempos de traslado.

Los stacker que se deben cambiar deben ser evacuados, es decir quitar la chapa que queda en ellos, como no existe un procedimiento estándar para el acopio de chapas evacuadas de los stackers, el operador de la grúa observa si les sirven a otras encoladoras o bien las regresa a las canchas de acopio, en todo esto involucran bastante tiempo.

Otro problema visualizado es que la grúa carga más de una pila por stacker lo cual no es necesario. Por lo que se incurre en más tiempo al tener que evacuar todas esas pilas al momento del cambio.

Se realizaron grabaciones de cambios en terreno, en donde se observaron 2 procesos de cambio, de 15 mm ALT a 12 mm y de 12 mm a 15 mm. En estos cambios se cambian 5 stacker. Con estas grabaciones se registraron los tiempos involucrados en cada actividad para cumplir con el cambio, se registraron los datos de cada cambio de stacker y se obtuvo un promedio de los tiempos. También se consideró el escenario más crítico (5 cambios de stacker) y se obtuvo lo siguiente:

Tiempos para cambio espesor/formato (actividades de la grúa):

Tabla 4.38: Tiempos muertos involucrados en el cambio espesor/formato

Actividad	Duración (min)	Frecuencia por turno	Responsable
Evacuación pilas	1,92	2	Encoladora (automático)
Retiro de pilas	4	2	Operador grúa
Traslado para dejar y traer pilas para alimentar	18,92	2	Operador grúa
Alimentación de stacker	1,25	2	Operador grúa
Alimentación de encoladora	1,58	2	Encoladora (automático)
Total por cambio	27,67	55,34	

Fuente: Elaboración propia

Considerando que en el mes de septiembre este proceso de set up se realizó 159 veces en el mes en toda el área de encolado (datos obtenidos de complemento SEP), se tiene que para el mes de septiembre se invirtieron 37 horas de tiempo de máquina detenida para este proceso de cambio (considerando todos los tipos de cambio).

Ahora bien, los cambios más significativos (los que involucran mayor cantidad de tiempo muerto) tardan en promedio 27,67 minutos en llevarse a cabo. En este tiempo se enfocará el estudio.

Paso 1: Separar actividades de preparación internas y externas

Clasificación de actividades para cambio de espesor/formato:

Tabla 4.39: Clasificación de actividades cambio espesor/formato

Actividad	Responsable	Externa	Interna
Coordinación cambio espesor/formato	Supervisor encolado	x	
Escribir requerimientos cambio en pizarra	Supervisor encolado	x	
Preparación para el cambio (acercar pilas a área de stacker)	Operador grúa		x
Comunicar comienzo cambio espesor/formato	Operador línea	x	
Vaciar stacker	Operador grúa		x
Alimentar stacker	Operador grúa		x

Fuente: Elaboración propia

Se observa que un 50 por ciento de las actividades corresponden a actividades externas, las cuales son llevadas a cabo por el operador de la línea y los supervisores, y el otro 50 por ciento corresponde a actividades internas, las que son llevadas a cabo por la grúa.

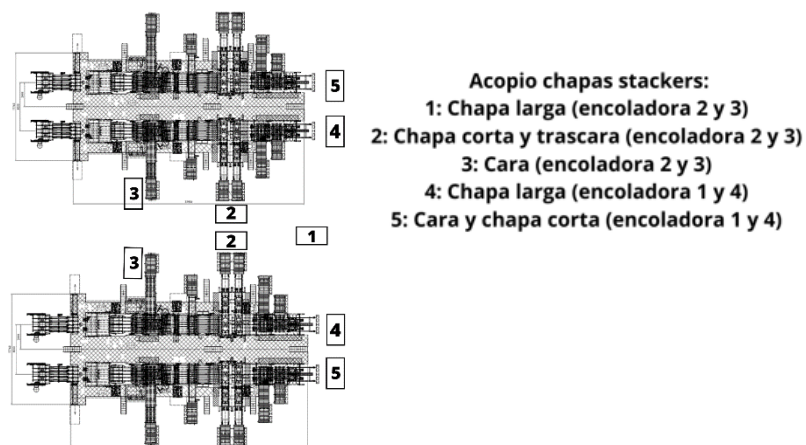
Propuesta:

Paso 2: Convertir tareas internas a externas:

Se propone desarrollar un procedimiento estándar para el cambio de espesor/formato. Además de ello para la preparación del cambio, se propone demarcar el piso para el acopio temporal de chapas, los cuales solo sean utilizados al momento del cambio y luego quede despejada esa área.

Con esta propuesta, al momento de informar del cambio al operador de grúa, este último se deberá comunicar con el canchero para conocer la disponibilidad de chapas, desde ese momento la grúa deberá comenzar a acercarse hacia la zona de alimentación la necesidad de chapas por stacker y situar estas en su lugar de acopio respectivo. Al momento de realizar el cambio, la grúa deberá evacuar las pilas y dejarlas en las zonas demarcadas, luego tomar la pila y alimentarla en la encoladora. Estos acopios serán temporales, solo utilizarlos en los momentos de cambio. Una vez que ya se han realizado los cambios en todos los stackers, la encoladora puede volver a operar, en ese momento la grúa deberá distribuir las chapas evacuadas hacia las demás encoladoras o bien hacia las canchas de acopio, de modo de despejar las áreas demarcadas para el acopio de chapas.

Figura 4.57: Zonas de acopio chapas para cambio espesor/formato



Fuente: Elaboración propia

Se deberá estandarizar el tiempo de aviso mínimo del cambio de espesor/formato, de modo que el operador de grúa tenga tiempo suficiente para realizar la preparación de cada stacker.

Propuesta clasificación de tareas:

Tabla 4.40: Clasificación propuesta de actividades para cambio espesor/formato

Actividad	Responsable	Externa	Interna
Coordinación cambio espesor/formato	Supervisor encolado	x	
Escribir requerimientos cambio en pizarra	Supervisor encolado	x	
Preparación para el cambio (acercar pilas a área de stacker)	Operador grúa	x	
Comunicar comienzo cambio espesor/formato	Operador línea	x	
Vaciar stacker	Operador grúa		x
Alimentar stacker	Operador grúa		x

Fuente: Elaboración propia

Con esta propuesta se espera estandarizar el proceso de cambio, de modo que la preparación de la encoladora para el cambio siempre se realice antes de la detención de la máquina, disminuyendo así los traslados y con ello el tiempo de máquina detenida (tiempo muerto).

Paso 3: Optimizar las actividades internas y externas:

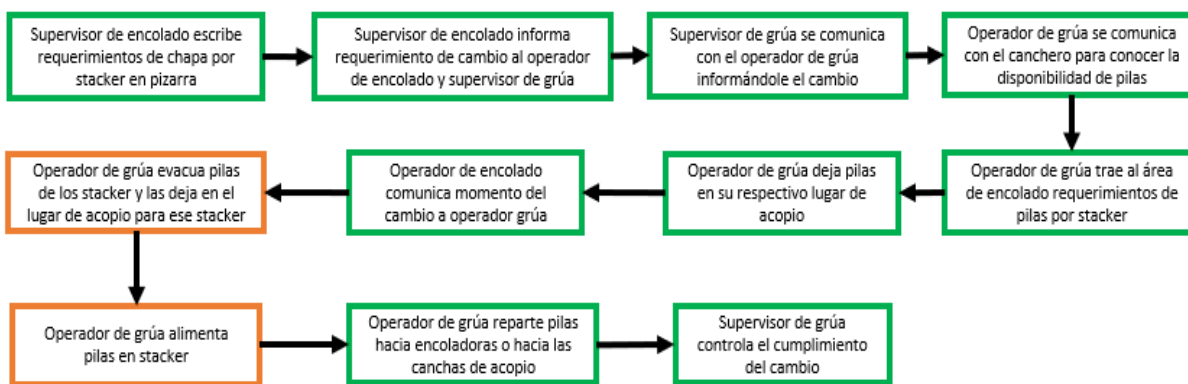
Se propone desarrollar un procedimiento estándar para el cambio de espesor/formato, de modo de tener consistencia en las operaciones para cumplir con este proceso de set up, evitando variaciones y malentendidos en la realización de este.

Estandarizar que se cargue solo una pila por stacker, la grúa debe estar atenta para saber cuándo es el momento para cargar pilas, sin sobrecargar la encoladora con pilas que no serán procesadas y que tendrán que ser evacuadas.

Estandarizar que el proceso de cambio sea informado con mínimo una hora de anticipación, de modo que permita que la grúa tenga tiempo para la preparación del cambio.

Escribir en la pizarra los requerimientos de pilas por stacker, de modo que la grúa pueda visualizar estos requerimientos.

Figura 4.58: Procedimiento estándar para cambio espesor/formato



Fuente: Elaboración propia

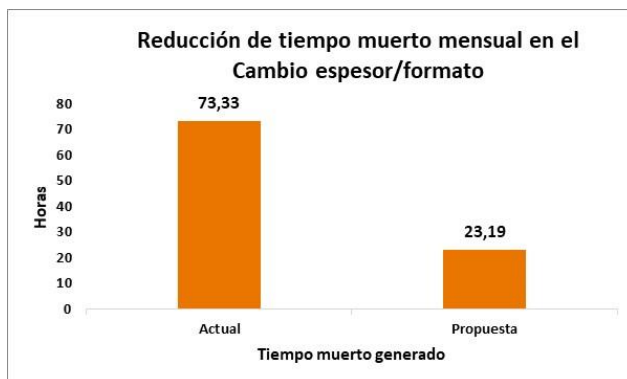
Impacto de la propuesta: Con esta propuesta se logrará tener un mayor orden para las tareas involucradas en el cambio, de esta forma se logrará tener una mejor comunicación, y reducir los traslados en el área. Todo esto hará que el proceso de cambio sea mucho más fluido y se complete en el menor tiempo posible.

Con esta propuesta, al estandarizar la preparación para el cambio, se tiene que no existirán traslados de grúa durante el tiempo en que la máquina esté detenida, por lo

que este tiempo se reducirá a cero. Con esto entonces, se tiene que en promedio se tardará 8,75 minutos para este proceso de cambio.

Con esto se tiene una reducción de tiempo muerto de un 68,38 por ciento:

Gráfico 4.10: Reducción tiempo muerto propuesta para cambio espesor/formato



Fuente: Elaboración propia

Los tiempos expresados en a gráfica, corresponde a la reducción de tiempos al considerar los cambios más significativos en el área.

4.13. Impacto propuestas 5S y SMED sobre la productividad en encolado

Mediante el desarrollo de propuestas 5S en el área de encolado, se logró obtener beneficios tales como reducción de traslados, tiempo, sobreesfuerzos, accidentes, elementos innecesarios en el área, suciedad y generación de residuos industriales líquidos.

Tabla 4.41: Resumen estimación impacto propuestas 5S

Recurso/Actividad	Objetivo	Reducción de traslados (%)	Reducción de tiempo	Tiempo de eficiencia o tiempo muerto	Reducción de sobreesfuerzos	Reducción de accidentes	Elemento eliminado	Aumento limpieza (%)	Reducción riles
Atriles de zona armadores	Eliminar innecesarios						Si	10%	
Basureros para vasos	Aumentar la limpieza del área							10%	
Cadenas para sensor	Reducción de accidentes			TM		Si		20%	
Cajas para hidrolavadora	Eliminar innecesarios						Si	10%	
Cajón para gramaje	Reducción de accidentes	50%	15%	eficiencia		Si		30%	
Dispensadores de agua	Aumentar la limpieza del área							10%	
Escritorios	Eliminar innecesarios	20%	15%	eficiencia			Si	15%	
Herramientas armadores	Lugar y orden definido para recursos	15%	15%	TM	Si	Si		10%	
Implementos de limpieza	Lugar y orden definido para recursos	15%	10%	TM				10%	
Indicadores usados en panel de control	Lugar y orden definido para recursos							5%	
Lavado de filtros	Aumentar la limpieza del área		10%	eficiencia				80%	100%
Lavado de probetas	Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes	80%	30,56%	eficiencia	Si	Si		90%	66,12%
Lavado placa de gramaje	Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes	33,3%	87,10%	eficiencia	Si	Si			88,85%
Llenado de agua a tineta para lavado de guantes	Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes	100%	65,03%	eficiencia	Si	Si		80%	
Mesa de trabajo	Aumentar la limpieza del							90%	
Mueble para arnés	Lugar y orden definido para recursos	50%	5%	eficiencia				5%	
Muebles de la zona operacional	Eliminar innecesarios						Si	15%	
Percheros	Lugar y orden definido para recursos							15%	
Pizarras de corcho	Lugar y orden definido para recursos							5%	
Placas de gramaje	Reducción de traslados, sobreesfuerzos y accidentes		5%	eficiencia					
Plataforma y tineta para lavado de guantes	Aumentar la limpieza del área							30%	
Tableros de madera para pisos	Reducción de accidentes					Si			
Total		45,4%	25,8%					28,4%	

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las actividades críticas observadas en el área, y bajo las cuales se generaron oportunidades de mejora, se estima que, con el desarrollo de estas mejoras, se logrará reducir en un 45,4 por ciento los traslados o movimientos en el área, lo cual incide sobre la reducción de tiempos de realización de actividades y con ello aumenta la eficiencia y calidad del trabajo realizado en el área. Se desarrollaron propuestas de mejora que permitirán aumentar la limpieza del área en un 28,4 por ciento. En cuanto a la limpieza y la generación de residuos, se logró reducir la generación de residuos industriales líquidos (riles) generados mediante los procesos críticos observados en un 85 por ciento, esta reducción implica reducir por un lado los costos para tratar estas aguas, y por otro lado ayuda a lograr el objetivo de la empresa en cuanto a la reducción de residuos.

Se desarrollaron siete propuestas de mejora que permitirán reducir sobreesfuerzos y accidentes en el área, y con la eliminación de atriles de la zona de armadores, las cajas de hidro lavadora, escritorios y muebles de la zona operacional, se podrá aumentar el espacio disponible en el área para el correcto tránsito, visualización y manipulación de máquinas.

Se desarrollaron once propuestas que permiten reducir tiempos, de las cuales tres permitirán reducir tiempos muertos, es decir tiempos que impactan sobre el factor de operación del área, y las demás a pesar de no impactar directamente sobre este factor de operación si tienen un impacto sobre la eficiencia del trabajo realizado por los operadores en el área. La implementación de cadenas en sensor impacta sobre los tiempos muertos ya que la activación de este provoca que la máquina se detenga, este tipo de falla no es muy recurrente por lo que no se pudo estimar la reducción de tiempo ante esta falla.

Mediante el desarrollo de propuestas con enfoque SMED y algunas propuestas 5S se lograron reducir 61,54 horas de tiempo muerto en el área, con lo cual el factor de operación de esta aumentó en un 2,17%.

Tabla 4.42: Resumen estimación impacto propuestas para la reducción de tiempos muertos

Falla	Duración total septiembre(hrs)	% de captura	Horas reducidas
Lavado rutinario de cabezal	54,5	65,12%	35,49
Cambio espesor/formato	37	68,38%	25,30
Orden herramientas armadores	3	15%	0,45
Orden implementos de limpieza	3	10%	0,3
Total	97,5	39,63%	61,54

Fuente: Elaboración propia

Mediante la propuesta de mejora con enfoque en la reducción de tiempos muertos para el lavado rutinario de cabezal y el cambio espesor/formato, se pudo reducir en un 65,12 y 68,38 por ciento respectivamente el tiempo dedicado para estas actividades de set up, con lo que en total en el mes se lograrán reducir 61,54 horas de tiempo muerto en el área.

Sumando a esto, el impacto de las propuestas 5S para el orden de las herramientas para armado de tableros y los implementos de limpieza, las cuales impactarán sobre la reducción de tiempos muertos, se tiene que se lograrán reducir 0,75 horas extras de tiempo muerto en el área. Esto bajo el supuesto que se incurre en 6 minutos en promedio al día en búsqueda de herramientas e implementos de limpieza en toda el área.

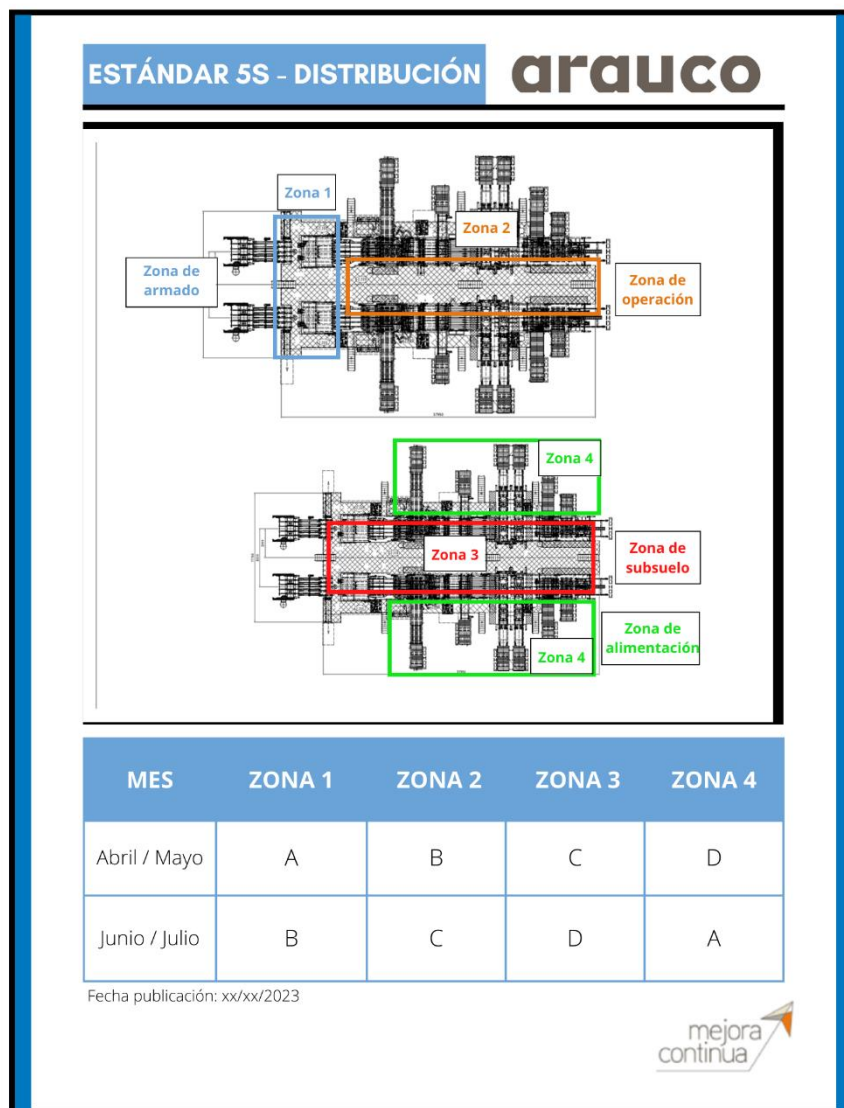
Considerando entonces que en el área el tiempo muerto total para el mes de septiembre de 2022 fue de 716,68 horas (datos obtenidos de complemento SEP) con lo que el factor de operación es de 74,76 por ciento en el área. Ahora con la generación de estas propuestas de mejora se logrará reducir a 655,14 horas el tiempo muerto total en el área. Entonces considerando un factor de uso del 100 por ciento, el factor de operación será de:

$$FO = \frac{2.840 - 655,14}{2.840} = 76,93\%$$

4.14. Plan de limpieza encolado

Para mantener la limpieza del área en el tiempo, se propone la siguiente zonificación del área y distribución de turnos.

Figura 4.59: Zonificación y distribución de turnos encolado



Fuente: Elaboración propia

El área de encolado fue dividida en 4 zonas, de manera de poder llevar un mayor control de la limpieza en el área. También se realizó una distribución de turnos por zona, los cuales irán rotando, de esta manera cada turno estará encargado de



mantener la limpieza en su zona respectiva. Cabe señalar que en la planta se trabaja bajo un sistema de 4 turnos, los cuales van rotando.

4.15. Estándar 5S y SMED encolado

Se estandarizó cada una de las mejoras, las cuales fueron ordenadas por zona. El responsable del cumplimiento de los estándares en cada zona será el turno respectivo al que le corresponde dicha zona. En el estándar se especifica la frecuencia con que se debe realizar cada actividad de orden y limpieza además del cómo ejecutar estas.

Estándar zona 1:

Figura 4.60: Estándar 5S encolado - Zona 1

ESTÁNDAR 5S - ZONA 1		 	
Lugar:	(Zona 1). Zona de armado de tableros, lavamanos, zona de descanso		
Descripción:	Estandarización en área de encolado basada en la metodología "5S" con el objetivo de mejorar el espacio de trabajo y productividad.		
Encargado del lugar:	Operadores C y ayudantes de la línea de encolado		
Actividad	Encargado de limpiar y/o ordenar	Frecuencia de limpieza y/o orden	Cómo limpiar y/o ordenar
Cambio de agua a tinetas	Turno respectivo	1 vez por turno	Vaciar agua de tineta en lavamanos, enjuagar tineta para quitar exceso de adhesivo, volver a llenar tineta hasta la mitad de su capacidad, dejar tineta sobre plataforma.
Limpieza lavamanos	Turno respectivo	1 vez por turno	Eliminar residuos de adhesivo, trozos y polvo de madera con paño y agua.
Limpieza dispensador de agua	Turno respectivo	1 vez por turno	Eliminar residuos de adhesivo y polvo de madera con paño y agua.
Vaciar basureros para vasos	Turno respectivo	1 vez por turno	Vaciar basureros.
Guardado herramientas armado	Turno respectivo	Cada vez que se utilicen	Guardar espátula y talco para guantes en repisa. Dejar lanzas en ganchos respectivos.
Limpieza repisas armadores	Turno respectivo	1 vez por turno	Quitar cascos, guantes, herramientas y elementos de las repisas y guardar estos en su lugar respectivo.
Limpieza pasillo sector de armado	Turno respectivo	1 vez por turno	Eliminar trozos de chapa, astillas y polvo de madera. Despejar y quitar elementos que no pertenezcan.
Limpieza sector de descanso	Turno respectivo	1 vez por turno	Eliminar trozos de chapa, astillas y polvo de madera. Despejar y quitar elementos que no pertenezcan. Colgar elementos en percheros y dejar libre de elementos silla para descanso.


Fecha publicación: xx/xx/2023

Fuente: Elaboración propia

Estándar Zona 2:

Figura 4.61: Estándar 5S encolado - Zona 2

ESTÁNDAR 5S - ZONA 2



Lugar: (Zona 2). Zona de operación, tránsito, zona lavado cabezal de extrusión, zona de toma de gramaje y lavado de probetas.

Descripción: Estandarización en área de encolado basada en la metodología "5S" con el objetivo de mejorar el espacio de trabajo y productividad.

Encargado del lugar: Operadores b de la línea de encolado.


Actividad	Encargado de limpiar y/o ordenar	Frecuencia de limpieza y/o orden	Cómo limpiar y/o ordenar
Limpieza pasillo de tránsito	Turno respectivo	1 vez por turno	Eliminar trozos de chapa, astillas y polvo de madera. Despejar y quitar elementos que no pertenezcan.
Limpieza paneles de control	Turno respectivo	1 vez por turno	Eliminar residuos de adhesivo y polvo de madera, limpiar protector de pantalla con paño y pulverizante.
Limpieza archivadores	Turno respectivo	1 vez por turno	Quitar polvo de madera de archivadores y mueble para archivadores, con plumero.
Limpieza escritorios	Turno respectivo	1 vez por turno	Eliminar astillas y polvo de madera con paño. Despejar y quitar elementos que no pertenezcan.
Guardado placas de gramaje	Turno respectivo	cada vez que se realiza el gramaje	Colgar placa de gramaje en ganchos de escalera.
Llenado sistema de lavado probetas	Turno respectivo	1 vez por turno	Al principio de turno, llenar con agua el sistema de lavado para probetas, para ello abrir llave y llenar hasta altura de 60cm.
Toma de gramaje	Turno respectivo	cada vez que se realiza el gramaje	Luego de tomar el gramaje ir almacenando las probetas con adhesivo en la primera repisa de la cajonera para guardado de probetas.

Fecha publicación: xx/xx/2023

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.62: Estándar 5S encolado - Zona 2

ESTÁNDAR 5S - ZONA 2



Lugar: (Zona 2). Zona de operación, tránsito, zona lavado cabezal de extrusión, zona de toma de gramaje y lavado de probetas.

Descripción: Estandarización en área de encolado basada en la metodología "5S" con el objetivo de mejorar el espacio de trabajo y productividad.

Encargado del lugar: Operadores b de la línea de encolado.

Actividad	Encargado de limpiar y/o ordenar	Frecuencia de limpieza y/o orden	Cómo limpiar y/o ordenar
Limpieza sistema de lavado probetas	Turno respectivo	1 vez por turno	Al final del turno, botar el agua del sistema de lavado, abriendo la llave de desagüe, y eliminar restos de adhesivo con agua y cepillo.
Lavado probetas	Turno respectivo	cada vez que se realiza el gramaje	Luego de la toma de gramaje, introducir y dejar remojando las probetas en el sistema de lavado, por un tiempo mínimo de 3 minutos. Posterior a ello, guardar las probetas limpias en la cajonera.
Limpieza cajonera guardado de probetas	Turno respectivo	1 vez por turno	Limpiar restos de adhesivo y polvo de madera con paño y pulverizante. Botar agua de la estilación de probetas.
Guardado arnés	Turno respectivo	1 vez por turno	Verificar que arnés se encuentre guardado en mueble y guardado de forma ordenada dentro de él.
Orden indicadores panel de control	Turno respectivo	1 vez por turno	Ordenar indicadores en buzones
Orden indicadores pizarra de corcho	Turno respectivo	1 vez por turno	Distribuir indicadores en pizarra de corcho


Fecha publicación: xx/xx/2023

Fuente: Elaboración propia

Estándar zona 3:

Figura 4.63: Estándar 5S encolado - Zona 3

ESTÁNDAR 5S - ZONA 3



Lugar: (Zona 3). Zona nivel de piso, circuito de aplicación adhesivo, pistola para lavado, mesa de trabajo.

Descripción: Estandarización en área de encolado basada en la metodología "5S" con el objetivo de mejorar el espacio de trabajo y productividad.

Encargado del lugar: Operadores c y ayudantes de la línea de encolado.

Actividad	Encargado de limpiar y/o ordenar	Frecuencia de limpieza y/o orden	Cómo limpiar y/o ordenar
Orden implementos de limpieza	Turno respectivo	cada vez que se utilicen	Almacenar implementos de limpieza en paneles sombra luego de utilizarlos.
Limpieza mesa de trabajo	Turno respectivo	1 vez por turno	Quitar polvo. Despejar y quitar elementos que no pertenezcan.
Lavado placa de gramaje	Turno respectivo	1 vez por día	Lavar placa en petril con pistola de agua.
Lavado de filtros	Turno respectivo	Luego del lavado del cabezal de extrusión	Drenar filtro, para ello tomar jarro plástico, disponerlo bajo el filtro, abrir llave para que escurra adhesivo, cerrar llave, quitar filtro, lavarlo con la pistola de agua, e introducir adhesivo recuperado en el jarro dentro del filtro.
Limpieza petril	Turno respectivo	1 vez por turno	Quitar astillas y rociar agua en petril para retirar adhesivo de él.
Limpieza piso área bajo encoladoras	Turno respectivo	2 veces por turno	Eliminar trozos de chapa, astillas y polvo de madera con escoba y mopa.

Fecha publicación: xx/xx/2023

Fuente: Elaboración propia

Estándar Zona 4:

Figura 4.64: Estándar 5S encolado - Zona 4

ESTÁNDAR 5S - ZONA 4

araucO

mejora
continua

Lugar: (Zona 4). Zona de alimentación y evacuación chapas, stacker.

Descripción: Estandarización en área de encolado basada en la metodología "5S" con el objetivo de mejorar el espacio de trabajo y productividad.

Encargado del lugar: Operadores b línea de encolado.

Actividad	Encargado de limpiar y/o ordenar	Frecuencia de limpieza y/o orden	Cómo limpiar y/o ordenar
Limpieza stackers	Turno respectivo	1 vez por turno	Utilizar escoba, mopa y pala para retirar restos de chapa, astillas y polvo de madera bajo los stackers.
Limpieza zonas de acopio de chapa	Turno respectivo	1 vez por turno	Verificar que las zonas de acopio de chapa se encuentren despejadas cuando no es momento de cambio

Fecha publicación: xx/xx/2023

Fuente: Elaboración propia

En los procesos de set up, para los cuales se desarrollaron mejoras con enfoque SMED, como lo es para el lavado rutinario de cabezal, y el cambio de espesor/formato, se desarrollaron procedimientos operativos estándar (SOP por sus siglas en inglés), de esta forma se permitirá realizar los procesos de cambio siguiendo una serie de instrucciones, manteniendo así regulado el procedimiento, se evitan alteraciones a este y permite que todos los operarios en las distintas líneas realicen el trabajo de la misma forma, y de esta forma el tiempo empleado en dicha actividad se mantendrá bajo un estándar evitando demasiadas variaciones en el tiempo empleado.

Para visualizar SOP de estos dos procesos de set up, ver anexos 9 y 10.

Una vez estandarizado el plan de limpieza y los procedimientos operativos estándar, se deberá capacitar a los operadores respecto a la importancia del cumplimiento de estos, el cómo ejecutarlos y la forma de control para estos.

4.16. Control procesos encolado

Para controlar el cumplimiento del estándar para el orden y la limpieza en el área, se diseñó una ficha para controlar el cumplimiento de los estándares por zona, este control deberá ser aplicado por los propios operadores al inicio del turno con una frecuencia de una vez por semana y le corresponderá aplicarla al turno respectivo responsable de la zona A en ese mes.

Figura 4.65: Plantilla para control 5S encolado

CONTROL PROCESOS		
Fecha: _____	Área: Línea Encolado	Jefe Área: Esteban Rojas
Auditor: Turno _____	Nombre auditor: _____	Puntaje final (%): _____
Zona 1: Zona de armado de tableros, lavamanos, zona de descanso	SI	No
1. La tineta para el lavado de guantes así como el agua dentro de ella se encuentran limpias.		
2. El lavamanos se encuentra limpio, libre de adhesivo, trozos y polvo de madera		
3. El dispensador de agua se encuentra limpio, libre de adhesivo y polvo de madera		
4. Los basureros para vasos se encuentran con poca capacidad de vasos		
5. Espátula y talco para guantes se encuentran almacenados en repisas		
6. Lanzas están guardadas en ganchos y no sobre repisas		
7. Repisas se encuentran libres de pertenencias operadores, herramientas y elementos no pertenecientes al área		
8. El pasillo de armado se encuentra libre de trozos de chapa, astillas y polvo de madera		
9. La zona de descanso está libre de trozos de chapa, astillas y polvo de madera, además no se observan elementos no pertenecientes al área en esa zona		
10. Las pertenencias de los operadores se encuentran colgadas en percheros		
Total		
Puntaje final zona 1		
Zona 2: Zona de operación, tránsito, lavado cabezal de extrusión, toma de gramaje y lavado de probetas	SI	NO
11. El pasillo operacional se encuentra libre de trozos de chapa, astillas y polvo de madera		
12. Los paneles de control se encuentran limpios libres de adhesivo, y polvo de madera		
13. Los muebles para archivadores y los archivadores, se encuentran libres de polvo de madera		
14. Los escritorios se encuentran limpios, libres de astillas y polvo de madera		
15. Las placas de gramaje se encuentran colgadas en ganchos destinados para ello		
16. El sistema para lavado de probetas se encuentra limpio (sin adhesivo pegado en las paredes) y lleno de agua		
17. Las probetas se encuentran guardadas y limpias en la cajonera de gramaje		
18. La cajonera para guardado de probetas se encuentra limpia, sin restos de adhesivo, polvo de madera y la bandeja inferior está con poca agua		
19. El arnés se encuentra guardado y disponible en el mueble para ello		
20. Los indicadores del panel de control se encuentran correctamente guardados en los buzones para ello		
21. Los indicadores del área se encuentran distribuidos y ordenados en pizarra de corcho, lo que permite su correcta visualización		
Total		
Puntaje final zona 2		
Zona 3: Zona nivel de piso, circuito de aplicación adhesivo, pistola para lavado, mesa de trabajo	SI	NO
22. Los implementos de limpieza se encuentran guardados en paneles sombra para ellos		
23. La mesa de trabajo se encuentra libre de polvo y elementos no pertenecientes al área		
24. Cada encoladora posee su propio jarro plástico colgado en su gancho respectivo		
25. Los petrilles se encuentran limpios, libres de adhesivo, astillas y trozos de chapa		
26. El piso bajo las encoladoras se encuentra limpio, libre de trozos de chapa y astillas.		
Total		
Puntaje final zona 3		
Zona 4: Zona de alimentación y evacuación chapas, stackers	SI	NO
27. La zona bajo los stackers se encuentra limpia, libre de trozos de chapa y astillas		
28. Las zonas de acopio demarcadas se encuentran libres de lotes de chapas si no es momento de cambio de espesor/formato		
Total		
Puntaje final zona 4		

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. En relación con la metodología utilizada

La forma de estudio propuesta, al combinar el desarrollo de las metodologías 5S y SMED, permitieron obtener resultados favorables sobre lo que exige la alta gerencia. La forma de trabajo permitió generar rápidamente propuestas de mejora para los espacios físicos, impactando sobre la seguridad, clima laboral, calidad del trabajo, y con ello aumentar la productividad de la planta.

Para el levantamiento de información fue necesario salir a terreno a realizar observaciones directas en el lugar de trabajo, conversar con operadores, supervisores y jefes de área, tomar fotografía, grabar videos, cronometrar tiempos y aplicar algunas pruebas, todo esto permitió evidenciar de forma directa las necesidades requeridas por los operadores de manera de tomar en cuenta sus necesidades y hacerlos participes del cambio. Las 5S son una metodología que funciona si los operadores se encuentran comprometidos con el cambio, ya que son estos últimos los que deben de llevar a cabo los planes de limpieza de forma correcta y constate para que el cambio se mantenga en el tiempo y poder obtener resultados positivos para la empresa.

El diseño de un procedimiento o algoritmo para clasificar las actividades y recursos críticos fue de gran utilidad ya que permitió encontrar la mejor forma para organizar y ordenar los recursos en el área.

El uso de bases de datos de fallas por área permitió identificar aquellas que mayores tiempos muertos consumen. Acá también se diseñó un procedimiento o algoritmo, de manera de clasificar y priorizar aquellas actividades de preparación en donde es posible aplicar la metodología SMED y con ello reducir el tiempo muerto involucrado en ella. La ayuda de los operadores expertos fue crucial para poder analizar estas fallas y clasificarlas.

Las reuniones periódicas con el jefe de unidad control procesos, jefe de mejora continua, ingeniero procesos, y operadores expertos fueron fundamentales para el desarrollo de la investigación, recibiendo en estas reuniones retroalimentaciones para

el correcto desarrollo tanto de la metodología como también para adaptar el trabajo a los requerimientos de la planta.

El alcance de este trabajo apunta hacia la generación de propuestas de mejora, en este sentido se desarrollaron las herramientas necesarias que permitirán para una futura implementación de estas mejoras su estandarización y control, de manera de que estas se mantengan en el tiempo y conduzcan a crear una nueva cultura organizacional dentro de la planta.

Los estándares por área suponen varias actividades de orden y limpieza que se deben realizar turno a turno, por lo que la carga de responsabilidades de los operadores aumentará y con ello el tiempo que tendrán que emplear en ellas, es por ello que se decidió realizar una zonificación de cada área y una distribución de turnos por zona, de manera de distribuir esta carga de trabajo entre los turnos de trabajo, y lograr que cada turno sea responsable de cumplir con estos estándares en una zona respectiva.

Para estandarizar las mejoras SMED, se diseñaron SOP ya que estos últimos indican cada uno de los pasos para cumplir con una determinada actividad, haciendo que la actividad de preparación se lleve a cabo siempre de la misma forma y evitando de esta forma “improvisar” lo que trae consigo una reducción del tiempo empleado en desarrollar estas actividades.

Para llevar un control, se diseñaron fichas de control procesos siguiendo el mismo enfoque de zonificación y distribución de turnos, de manera de llevar a cabo el control del área por zonas y que los encargados de este control sean los mismos operadores, de esta forma estos se sienten partícipes de este cambio.

5.2. En relación con los resultados obtenidos

Con el desarrollo de mejoras 5S y SMED en ambas áreas estudiadas se logró reducir traslados, tiempos, accidentes, generación de residuos y aumento de la limpieza, lo cual impacta sobre la calidad y productividad del trabajo realizado en estas áreas.

En el área de ensamblado mediante las propuestas 5S se logró reducir traslados en un 61,8 por ciento, tiempos de realización de actividades en un 55,7 por ciento, y aumento de la limpieza en un 32,3 por ciento, esto además de reducir accidentes y eliminar elementos innecesarios lo que permite aumentar el espacio disponible para facilitar la limpieza, tránsito y acceso a la máquina ante eventuales fallas.

En el área de encolado mediante las propuestas 5S se logró reducir traslados en un 45,4 por ciento, tiempos de realización de actividades en un 25,8 por ciento, aumento de la limpieza en un 28,4 por ciento, y reducción de generación de residuos industriales líquidos (riles) en un 85 por ciento, sumado a la reducción de accidentes y elementos innecesarios en el área.

En el área de ensamblado con la propuesta para la reducción de tiempos muertos en la instalación de bottom plate en apilador se logró obtener un porcentaje de captura de un 38,15 por ciento, con lo que se logró reducir en 45,89 horas el tiempo mensual dedicado a esta actividad. Sumando a esta propuesta las mejoras 5S de un atril para alimentar bottom plate y buzones para pistolas de anilina, se tiene que en total para esta actividad se lograrán reducir 51 horas de tiempo muerto en todo el mes. Y con la propuesta para la reducción de tiempos muertos en la reposición de bobinas nuevas de hilo se logró obtener un porcentaje de captura de un 100 por ciento, es decir se logró eliminar este tiempo muerto del área, logrando reducir entonces 8,21 horas de tiempo muerto mensual en el área. Con todo esto, el factor de operación del área aumentará de 63,73 por ciento en el mes de septiembre a un 65,82 por ciento.

En el área de encolado con la propuesta para la reducción de tiempos muertos en el lavado rutinario de cabezal se logró obtener un porcentaje de captura de un 65,12 por ciento, con lo que se logró reducir en 35,49 horas el tiempo mensual dedicado a esta

actividad, otro factor que se logró reducir son los riegos para este lavado, ya que actualmente el operador debe subirse a la encoladora a realizar este lo cual involucra demasiados riegos en ello, con la propuesta estos riesgos se reducirán a cero. Con la propuesta para la reducción de tiempos muertos en el cambio de espesor/formato se logró obtener un porcentaje de captura de 68,38 por ciento, con lo que se reducirán 25,3 horas de tiempo muerto mensual. Esto sumando las mejoras 5S para el orden de herramientas de armado e implementos de limpieza, se tiene que se lograrán reducir 0,75 horas de tiempo muerto en el mes. Con todo esto, el factor de operación del área aumentará de 74,76 por ciento en el mes de septiembre a un 76,93 por ciento.

Esta reducción de tiempos muertos impacta sobre la reducción del cuello de botella de la planta, el cual es el problema que visualizó la alta gerencia y que con estas propuestas de mejora se logrará reducir este, provocando que el flujo de producción de la planta aumente.

5.3. En relación con los lineamientos futuros

Se considera que la futura implementación de estas mejoras no supone grandes inversiones ya que corresponde a elementos menores y económicos, en donde algunos de estos se pueden encontrar disponibles en planta o los materiales para su fabricación están disponibles, o bien estos se encuentran en el mercado a un precio no tan elevado. Estas inversiones van entre los \$10.000 y \$2.000.000 siendo la inversión más elevada la adquisición de una transpaleta de tijera automática para el área de ensamblado.

Cabe señalar que estas propuestas se enfocaron en el objetivo de lograr un impacto sobre la productividad, reduciendo de esta forma tiempos muertos, aumentar la seguridad, orden y limpieza, por lo que los levantamientos de información y análisis para la validación de las propuestas se enfocaron en lograr estos objetivos. Ahora bien, para una futura implementación de estas, la empresa debe tener en consideración la adquisición de recursos y de esta forma validar económicamente la implementación de estas mejoras.

Uno de los pilares fundamentales para lograr el éxito en la implementación de la metodología 5S y SMED, son las personas, esta debe involucrar a todo el equipo humano, gerentes, jefes de área, supervisores y operadores, siendo estos últimos el principal motor para que la metodología funcione y perdure en el tiempo, hay que reconocer la participación de ellos para que no pierdan la motivación y perseverancia, es necesario realizar capacitaciones periódicas para que ellos estén informados del cambio y puedan formar parte de él, de esta forma entonces aumenta el clima laboral, lo que conduce a generar una nueva cultura organizacional.

CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS

- Arauco. (22 de julio de 2017). *Memoria Arauco 2017*. Obtenido de Arauco: https://www.arauco.cl/peru/wp-content/uploads/sites/22/2017/07/MEMORIA_ARAUCO_2017_FINAL.pdf
- Arauco. (14 de marzo de 2018). *Paneles Arauco*. Obtenido de Arauco: <https://www.arauco.cl/chile/wp-content/uploads/sites/14/2018/03/Cat%C3%A1logo-Paneles.pdf>
- Arauco. (s.f.). *Manual de capacitación*. Obtenido de Arauco: <http://10.192.44.19/>
- Atlas Consultora. (12 de marzo de 2021). *SMED: una metodología para acortar los set-ups*. Obtenido de Atlas Consultora: <https://www.atlasconsultora.com/smed/>
- Cruelles, J. (06 de noviembre de 2015). *Beneficios de la integración de las 5S en el Proceso Productivo*. Obtenido de Iniciativas Empresariales: <https://blog.iniciativasempresariales.com/beneficios-de-la-integracion-de-las-5s-en-el-proceso-productivo/>
- euofins. (25 de abril de 2020). *¿En qué consiste el método de las 5?* Obtenido de euofins Envira Ingenieros Asesores: <https://envira.es/es/en-que-consiste-el-metodo-de-las-5/>
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Escuela de organización industrial.
- Progressa lean. (15 de abril de 2014). *¿Qué es SMED?* Obtenido de Progressa lean: <https://www.progressalean.com/que-es-smed/>
- Pro-Optim. (09 de junio de 2016). *El método SMED y su importancia en la gestión empresarial*. Obtenido de Pro-Optim: <https://blog.pro-optim.com/gestion-empresarial/el-metodo-smed-y-su-importancia-en-la-gestion-empresarial/>
- Romero, M. (02 de mayo de 2018). *Proceso Terciado Arauco* [video]. Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=m3dzzXq-0j8&t=1s>

Universidad UNADE. (19 de octubre de 2021). *SMED: qué es y cómo puede implementarse*. Obtenido de Universidad Americana de Europa:
<https://unade.edu.mx/smed-que-es/>

ANEXOS

Anexo 1: Base de datos fallas ocurridas en ensamblado (septiembre de 2022)

Figura 6.1: Base de datos fallas ocurridas en ensamblado septiembre 2022

Tipo de Falla	Duración total en septiembre (hrs)	% Acumulado	Horas acumuladas	Cuenta de Duración Total Evento	Frecuencia promedio por turno	Promedio de Duración Total Evento	Promedio de duración total evento (min)	Pérdida de producción (m3)
Aseo para entrega de turno	125,72	12,2%	125,72	310	3,44	0,41	24,33	264,79
Instalación bottom plate en apilador	120,31	23,9%	246,03	869	9,66	0,14	8,31	252,69
Charra de Seguridad	78,83	31,5%	324,86	271	3,01	0,29	17,45	162,00
Chapa resaca/mala calidad	78,72	39,2%	403,58	1174	13,04	0,07	4,02	161,77
Falta dotación	67,21	45,7%	470,79	118	1,31	0,57	34,18	137,29
Chequeo De Calidad De Chapa Ensamblada	51,36	50,7%	522,15	500	5,56	0,10	6,16	104,01
Ejercicios Musculo Esquelético	48,65	55,4%	570,80	252	2,80	0,19	11,58	98,38
Colación De Operador	43,81	59,7%	614,60	55	0,61	0,80	47,79	88,36
Atasco En Cinta Astillador Bajo El Equipo	41,96	63,7%	656,57	453	5,03	0,09	5,56	84,56
Aseo programado semanal	38,02	67,4%	694,59	58	0,64	0,66	39,33	76,44
Falta de chapa	34,22	70,8%	728,80	19	0,21	1,80	108,06	68,66
Grúa buscando material disponible y/o bloqueado	30,17	73,7%	758,97	23	0,26	1,31	78,69	60,40
Sin Justificación Asignada en MIS	28,57	76,5%	787,54	279	3,10	0,10	6,14	57,16
Justificación Por Defecto	27,37	79,1%	814,91	122	1,36	0,22	13,46	54,72
Grúa con prioridad en otros equipos	24,72	81,5%	839,63	70	0,78	0,35	21,19	49,34
corte de hilo en calefactor/rodillo enfriador	17,07	83,2%	856,70	148	1,64	0,12	6,92	33,94
Atasco En Cizalla De Hoja	14,82	84,6%	871,52	88	0,98	0,17	10,10	29,42
Corte/Desmonte Correa Transportador	14,43	86,0%	885,95	36	0,40	0,40	24,04	28,64
Activación Detector De Metales	12,17	87,2%	898,11	196	2,18	0,06	3,72	24,12
Turno No Operativo	8,44	88,0%	906,55	2	0,02	4,22	253,20	16,70
Instalación de bobinas nuevas de hilo	8,21	88,8%	914,77	73	0,81	0,11	6,75	16,25
Atasco Cizalla De Defecto	7,32	89,5%	922,08	45	0,50	0,16	9,75	14,47
Atasco rollers apilado 4'	7,14	90,2%	929,22	118	1,31	0,06	3,63	14,11
Sin bottom plate para cargar	6,13	90,8%	935,35	27	0,30	0,23	13,62	12,11
Atasco Entrada De Astillador	5,53	91,4%	940,88	50	0,56	0,11	6,64	10,93
Limpieza caja atrapa astillas	5,52	91,9%	946,40	17	0,19	0,32	19,47	10,90
Atasco en apilador	5,43	92,4%	951,82	74	0,82	0,07	4,40	10,72
Atasco En Sierra Circular	5,18	92,9%	957,01	71	0,79	0,07	4,38	10,24
Sin Alimentación	4,79	93,4%	961,80	17	0,19	0,28	16,90	9,46
Detención de equipo por retiro anticipado Lockers por pandemia	4,70	93,8%	966,50	1	0,01	4,70	282,10	9,28
Falla En Temposonic De Cizalla De Defecto	4,60	94,3%	971,10	9	0,10	0,51	30,68	9,09
Limpieza de barra fotoemisora	4,04	94,7%	975,14	37	0,41	0,11	6,55	7,97
Corte Interno (C. Agua)	3,77	95,0%	978,90	2	0,02	1,88	112,99	7,43
Ajuste De Cámara	3,62	95,4%	982,52	1	0,01	3,62	217,20	7,14
Acumulación de hilo fundido en rodillo refrigeración	3,31	95,7%	985,83	24	0,27	0,14	8,27	6,53
Cambio De Pila /Por Temp./Humedad/Calidad	2,64	96,0%	988,47	10	0,11	0,26	15,86	5,21
Atasco en transportes por mal corte de hilo en cizalla	2,60	96,2%	991,07	36	0,40	0,07	4,33	5,12
Silo lleno	2,51	96,5%	993,59	11	0,12	0,23	13,71	4,96
Limpieza De Pistolas (Prod)	2,31	96,7%	995,90	11	0,12	0,21	12,62	4,56
Sin relevo / Rotación	2,29	96,9%	998,19	2	0,02	1,14	68,58	4,51
Ajuste De Tipple	2,16	97,1%	1000,35	1	0,01	2,16	129,86	4,27
Desmonte de cintas transportadoras	1,98	97,3%	1002,33	14	0,16	0,14	8,48	3,90
Ajuste Gap Cadenas Segunda De Unidad De Juntación	1,79	97,5%	1004,12	3	0,03	0,60	35,85	3,53
Atasco En Astillador	1,60	97,6%	1005,72	8	0,09	0,20	12,01	3,16
Sin cancha para evacuación de material	1,59	97,8%	1007,31	6	0,07	0,27	15,91	3,14
Atasco por mal corte de hilos en cizalla de hojas	1,52	98,0%	1008,84	23	0,26	0,07	3,98	3,01
Calentamiento Equipo Nordson	1,39	98,1%	1010,23	4	0,04	0,35	20,91	2,75
Ajuste De Parámetros Del Tipple	1,39	98,2%	1011,62	2	0,02	0,69	41,59	2,73
Atasco en barra fotoemisora	1,22	98,3%	1012,84	16	0,18	0,08	4,59	2,41
Grúas en relevo de casino	1,10	98,4%	1013,94	4	0,04	0,27	16,44	2,16
Falla En Temposonic Del Tipple	1,06	98,5%	1015,00	6	0,07	0,18	10,64	2,10
Cambio de pila (por humedad, espesor, etc.)	1,06	98,7%	1016,06	7	0,08	0,15	9,11	2,09
Retiro bottom plate en alimentación	1,05	98,8%	1017,12	17	0,19	0,06	3,72	2,08
Sin Evacuación	1,05	98,9%	1018,17	4	0,04	0,26	15,81	2,08
Ajuste De Gap Cizalla De Defecto	1,04	99,0%	1019,21	2	0,02	0,52	31,25	2,05
Ajuste Gap Cadenas Primera De Unidad De Juntación	0,95	99,1%	1020,17	2	0,02	0,48	28,61	1,88

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Base de datos fallas ocurridas en encolado (septiembre de 2022)

Figura 6.2: Base de datos fallas ocurridas en encolado septiembre 2022

Tipo de Falla	Duración total septiembre	% Acumulado	Horas acumuladas	Frecuencia total en septiembre	Frecuencia promedio por turno	Promedio de Duración Total	Promedio de duración total evento	Pérdida de producción (m3)
Falta chapa interior largo 3,2mm	68,26	9,5%	68,26	86	1,0	0,79	47,62	720,55
Lavado rutinario de cabezal	54,48	17,1%	122,74	184	2,0	0,30	17,77	571,51
Aseo para entrega de turno	51,61	24,3%	174,35	115	1,3	0,44	26,67	540,74
Reunión equipo seguro	47,19	30,9%	221,54	110	1,2	0,43	25,74	493,33
Control de flujo de lotes	41,05	36,6%	262,59	58	0,6	0,71	42,46	427,95
Cambio Espesor/Formato	36,98	41,8%	299,57	159	1,8	0,23	13,95	384,81
Falta chapa interior largo 2,6mm	35,87	46,8%	335,44	62	0,7	0,58	34,72	373,11
Tomas De Gramaje	32,04	51,3%	367,48	538	6,0	0,06	3,57	332,68
Falta material por horario	25,00	54,8%	392,48	30	0,3	0,83	49,99	258,67
Aseo programado semanal	22,44	57,9%	414,92	14	0,2	1,60	96,17	231,93
Maia calidad de chapa ensamblada 2,6mm	22,25	61,0%	437,17	433	4,8	0,05	3,08	229,98
Detención de equipo por retiro anticipado Lockers por pandemia	21,28	64,0%	458,45	4	0,0	5,32	319,22	219,84
Falla Eléctrica	19,95	66,8%	478,40	62	0,7	0,32	19,31	205,97
Maia calidad de chapa larga 2,6mm	17,16	69,1%	495,57	330	3,7	0,05	3,12	176,96
Turno No Operativo	16,65	71,5%	512,22	4	0,0	4,16	249,80	171,66
Sin Justificación Asignada en MIS	15,37	73,6%	527,59	125	1,4	0,12	7,38	158,39
Maia calidad de chapa corta full 2,6mm	13,87	75,6%	541,46	271	3,0	0,05	3,07	142,77
Falla Mecánica	13,44	77,4%	554,90	41	0,5	0,33	19,67	138,35
Justificación Por Defecto	10,85	78,9%	565,75	86	1,0	0,13	7,57	111,52
Maia calidad de chapa ensamblada 3,2mm	10,61	80,4%	576,36	217	2,4	0,05	2,93	109,03
Atascos en transportes entrada chapa corta	10,57	81,9%	586,93	170	1,9	0,06	3,73	108,61
Charla de Seguridad	10,24	83,3%	597,16	30	0,3	0,34	20,47	105,21
Control de stock por falta de canchas para acopio tableros	8,92	84,6%	606,09	11	0,1	0,81	48,67	91,64
Bajo Stock De Chapa Seca	8,57	85,8%	614,66	1	0,0	8,57	514,48	88,05
Maia calidad de chapa larga 3,2mm	8,26	86,9%	622,92	164	1,8	0,05	3,02	84,80
Atasco en tippie doble	7,74	88,0%	630,66	154	1,7	0,05	3,02	79,44
Ejercicios Musculo Esquelético	7,38	89,0%	638,04	27	0,3	0,27	16,40	75,75
Falla En Prensa	6,54	89,9%	644,58	7	0,1	0,93	56,05	67,08
Falta chapa corta 2,6mm	6,31	90,8%	650,89	17	0,2	0,37	22,27	64,73
Falla En Sistema Línea Automático	5,94	91,6%	656,83	43	0,5	0,14	8,29	60,97
Reposición De Chapas	5,69	92,4%	662,52	111	1,2	0,05	3,07	58,32
Corte Interno (C. Agua)	4,31	93,0%	666,83	2	0,0	2,15	129,24	44,15
Colación De Operador	4,06	93,6%	670,89	6	0,1	0,68	40,64	41,64
Limpieza De Filtros	2,99	94,0%	673,88	19	0,2	0,16	9,46	30,67
Limpieza de caja de vacío	2,88	94,4%	676,77	15	0,2	0,19	11,53	29,52
Corte De Cadenas	2,82	94,8%	679,58	6	0,1	0,47	28,17	28,85
Falla En Prensa	2,68	95,2%	682,26	6	0,1	0,45	26,75	27,40
Fotoceldas desalineadas	2,51	95,5%	684,77	16	0,2	0,16	9,40	25,68
Falta chapas cara	2,39	95,9%	687,15	13	0,1	0,18	11,01	24,42
Cambio Chapa Caliente	2,35	96,2%	689,50	8	0,1	0,29	17,59	24,02
Falta dotación	2,16	96,5%	691,66	3	0,0	0,72	43,16	22,09
Maia calidad de chapa corta full 3,2mm	2,07	96,8%	693,72	40	0,4	0,05	3,10	21,14
Corte De Correa	2,02	97,1%	695,74	6	0,1	0,34	20,16	20,64
Montar/ajustar cintas transportadoras	1,95	97,3%	697,69	23	0,3	0,08	5,08	19,95
Falta De Alimentación Chapa Larga/Corta	1,94	97,6%	699,62	4	0,0	0,48	29,07	19,84
Corte Interno (C. Energia)	1,74	97,9%	701,36	4	0,0	0,43	26,08	17,79
Falla En Plataformas De Levante	1,65	98,1%	703,01	4	0,0	0,41	24,77	16,90
Falla Mecánica En Pre-Prensas / Prensas	1,64	98,3%	704,66	4	0,0	0,41	24,66	16,83
Fotoceldas sucias	1,59	98,5%	706,25	28	0,3	0,06	3,41	16,29
Falla En Sistema Hidráulico	1,57	98,8%	707,82	2	0,0	0,79	47,10	16,07
Atasco en tippie cuádruple	1,46	99,0%	709,28	29	0,3	0,05	3,01	14,90
Presencia de líneas en el circuito	1,33	99,2%	710,61	18	0,2	0,07	4,44	13,62
Pérdida de secuencia en tippie doble	0,94	99,3%	711,54	12	0,1	0,08	4,68	9,57
Falla carro de traspaso de armado	0,91	99,4%	712,46	4	0,0	0,23	13,71	9,35
Revisión del circuito de adhesivo por mala aplicación	0,88	99,5%	713,34	6	0,1	0,15	8,81	9,01
Corte Cadenas Rodillos Transportadores	0,66	99,6%	714,00	1	0,0	0,66	39,61	6,75
Reparación De Chapa	0,65	99,7%	714,64	7	0,1	0,09	5,53	6,60
Pilas cargadas no corresponden a calidad	0,58	99,8%	715,22	1	0,0	0,58	34,88	5,95
Pilas cargadas desalineadas	0,51	99,9%	715,74	6	0,1	0,09	5,13	5,25
Falta chapa corta 3,2mm	0,21	99,9%	715,95	2	0,0	0,10	6,30	2,15
Cambio De Chapa Húmeda	0,17	99,9%	716,11	1	0,0	0,17	9,90	1,69
Limpieza/cambio de lamella	0,16	99,9%	716,27	4	0,0	0,04	2,35	1,60
Pérdida de secuencia en tippie cuádruple	0,13	100,0%	716,40	1	0,0	0,13	7,80	1,33
Puesta En Marcha	0,11	100,0%	716,51	1	0,0	0,11	6,55	1,12
Prueba De Equipo	0,08	100,0%	716,59	1	0,0	0,08	4,65	0,79
Chequeo de formato laser de armado	0,06	100,0%	716,64	1	0,0	0,06	3,52	0,60
Operador en descarga de resina	0,04	100,0%	716,68	1	0,0	0,04	2,36	0,40

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Cronometraje tiempos de traslado en ensamblado

Figura 6.3: Traslados línea a stock ensamblado

Traslados	Duración (seg)	Duración (min)
Operación línea 1 a stock	75	1,25
Operación línea 2 a stock	60	1
Operación línea 3 a stock	30	0,5
Operación línea 4 a stock	45	0,75
Total	210	3,5
Promedio	52,5	0,875

Fuente: Elaboración propia

Figura 6.4: Traslados stock a base reposición ensamblado

Traslados	Duración (seg)	Duración (min)
stock a base reposición línea 1	60	1
stock a base reposición línea 2	45	0,75
stock a base reposición línea 3	15	0,25
stock a base reposición línea 4	30	0,5
Total	150	2,5
Promedio	37,5	0,625

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Cronometraje tiempos en lavado rutinario de cabezal (ensamblado)

Figura 6.5: Cronometraje tiempos lavado rutinario de cabezal encoladora 2

Actividad	Duración promedio (min)
Retardo para que escurra adhesivo del cabezal	2,17
Expulsión de agua para lavado del cabezal	0,88
Lavado de discos	5,77
Raspar guías de traspaso	1,67
Lavado de Filtros	3,20
Tiempo total (min)	13,68

Fuente: Elaboración propia

Figura 6.6: Cronometraje tiempos lavado rutinario de cabezal encoladora 3

Actividad	Duración promedio (min)
Retardo para que escurra adhesivo del cabezal	2,13
Expulsión de agua para lavado del cabezal	0,72
Lavado de discos	4,83
Raspar guías de traspaso	2,67
Lavado de Filtros	3,00
Tiempo total (min)	13,35

Fuente: Elaboración propia

Figura 6.7: Cronometraje tiempos lavado rutinario de cabezal encoladora 4

Actividad	Duración promedio (min)
Retardo para que escurra adhesivo del cabezal	2,00
Expulsión de agua para lavado del cabezal	1,00
Lavado de discos	4,83
Raspar guías de traspaso	1,50
Lavado de Filtros	2,42
Tiempo total (min)	11,75

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Movimientos necesarios para los cambios de espesor/formato

C = Cambio Stacker (evacuar + alimentar)

A = Alimentación Stacker

Figura 6.8: Movimientos necesarios para cada cambio espesor/formato

Cambios	6,5 mm	7 mm	9 mm	9,5 mm	12 mm	14 mm	15 mm	15 mm ALT	18 mm	18 mm ALT	18 mm CT3	19 mm	21 mm
6,5 mm	0	1C	3C	3C	2A	2A + 3C	3a + 3C	1A + 3C	3A	2A	2A + 1C	3A + 2C	3A + 3C
7 mm	1C	0	2C	2C	2A + 1C	2A + 2C	2A + 2C	1A + 2C	3A + 1C	2A + 1C	2A + 3C	3A + 3C	3A + 2C
9 mm	3C	2C	0	0	2A + 3C	2A	2A	1A	3A + 3C	2A + 3C	2A + 1C	3A + 1C	3A
9,5 mm	3C	2C	0	0	2A + 3C	2A	2A	1A	3A + 3C	2A + 3C	2A + 1C	3A + 1C	3A
12 mm	0	1C	3C	3C	0	4C	5C	4C	1A + 1C	0	1A + 2C	1A + 3C	1A + 5C
14 mm	3C	2C	0	2A	4C	0	1C	1A	1A + 5C	1A + 4C	1A + 2C	1A + 3C	1A + 1C
15 mm	3C	2C	0	2A	4C	1C	0	1C	1A + 4C	5C	1A + 3C	1A + 2C	1A
15 mm ALT	3C	2C	0	0	4C	0	1C	0	1A + 5C	1A + 4C	1A + 2C	1A + 3C	1A + 1C
18 mm	0	1C	3C	3C	0	3C	4C	5C	0	2C	4C	2C	4C
18 mm ALT	0	1C	1C	1C	0	4C	5C	5C	2C	0	2C	4C	4C
18 mm CT3	2C	3C	1C	1C	2C	2C	3C	2C	4C	2C	0	2C	4C
19 mm	1C	3C	1C	1C	2C	3C	0	3C	2C	4C	2C	0	2C
21 mm	3C	2C	0	0	4C	1C	0	1C	4C	4C	4C	2C	0

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Cronometraje de tiempos para cambio espesor/formato

Cambio de 12mm a 15mm

Figura 6.9: Cronometraje tiempos cambio más significativo






Tiempos	Tiempos (seg) muestra 1	Tiempos (seg) muestra 2	Tiempos (seg) muestra 3	Caso más pesimista	5 cambios	Tiempo total (min)
Evacuación pila	23			23,00	115,00	1,92
Retiro de pilas con grúa	48	22		48,00	240,00	4,00
Traslado de grúa a dejar y traer pilas para alimentar	75	53	227	227,00	1135,00	18,92
Grúa alimenta stacker	10	15	8	15,00	75,00	1,25
Alimentación encoladora	14		19	19,00	95,00	1,58
Tiempo total				332,00	1660,00	27,67

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: SOP reposición bobinas nuevas de hilo (ensamblado)

Figura 6.10: SOP reposición bobinas nuevas de hilo

Versión Rev. 1	Procedimiento Reposición bobinas de hilo	Autor Claudia González	Área Mejora Continua	Identificador	Hoja 1 de 1
	Fecha de Publicación xx/xx/2023	Validaciones	Jefe Área Esteban Rojas	MASSO	
Herramientas necesarias Carro para transporte de bobinas			Matriz de flexibilidad Ayudantes ensamblado		
			■ Riesgo ■ Medida de Control		

Paso	Símbolo	Descripción	Procedimiento
1 	1,2 2	Al inicio de cada turno, el o los ayudantes del área deben inspeccionar la disponibilidad de bobinas debajo de cada ensambladora (fila 1 y fila 2), de modo de reponer la cantidad de bobinas faltantes en cada una de ellas.	Reposición bobinas de hilo
2 	1 1,2	Una vez contabilizada la cantidad de bobinas faltantes, el ayudante debe verificar que los equipos se encuentren bloqueados, para luego dirigirse hacia stock de bobinas de hilo, toma el carro disponible en el área y carga la cantidad de bobinas necesarias sobre este.	Reposición bobinas de hilo
3 	1,2 1,2	El ayudante se dirige con el carro hacia la o las ensambladoras que requieren reposición de bobinas, repone la bobina en el lugar faltante (fila 1 o fila 2).	Reposición bobinas de hilo
4 	1,2 1	Posterior a ello debe amarrar el final de la bobina que se está consumiendo con el principio de la bobina que se ha repuesto. El nudo debe ser doble para permitir que no se corte. Esto lo debe realizar para cada bobina que repone.	Reposición bobinas de hilo
5 	1,2 1,2	El ayudante debe realizar la reposición de cada ensambladora y al finalizar debe regresar el carro a su lugar respectivo, junto a la zona de stock de bobinas de hilo.	Reposición bobinas de hilo





Regla clave a aplicar:		EPP a utilizar	
Trabaja Seguro Interviene Seguro Camina Seguro	1. Sobreesfuerzo 2. Interacción con equipo móvil	1. EPP 2. Bloqueo de equipos.	Guantes, Casco, Protección visual y auditiva, zapatos de seguridad, manguillas.

Jefe Operaciones:	Esteban Rojas	Jefe SSO :		Comité Paritario :	
Fecha:		Fecha:		Fecha :	

Anexo 8: SOP instalación de bottom plate en apilador (ensamblado)

Figura 6.11: SOP instalación bottom plate en apilador

Versión Rev. 1	Procedimiento Instalación de bottom plate en apilador	Autor Claudia González	Área Mejora Continua	Identificador	Hoja 1 de 1
Fecha de Publicación xx/xx/2023		Validaciones	Jefe Área Esteban Rojas	MASSO	
Herramientas necesarias Candado Pistola de anilina			Matriz de flexibilidad Operador y ayudante ensamblado		
			■ Riesgo ■ Medida de Control		
Paso	Símbolo	Descripción	Procedimiento		
1 	1,2 3	Cada vez que el operador complete un lote (visualizado en consola principal), debe detener la ensambladora, bloquear el equipo y dirigirse hacia la zona de evacuación.	Evacuación lote y preparación ensambladora		
2 	1,2 3	Una vez en la zona de evacuación, el operador debe evacuar el lote desde la consola de evacuación.	Evacuación lote y preparación ensambladora		
3 	1,2 3	Posterior a ello, el operador debe poner candado en consola de evacuación, y dirigirse hacia la zona de instalación de bottom plate.	Evacuación lote y preparación ensambladora		
4 	1,2 3	De no existir bottom plate para apilar sobre la mesa de apilado, el operador se debe comunicar con el ayudante del área para coordinar que este distribuya bottom plate hacia las líneas o bien para que la grúa traiga bottom plate al área de ensamblado.	Evacuación lote y preparación ensambladora		
5 	1,2 1,2	El operador debe instalar 4 bottom plate sobre la mesa de apilado	Evacuación lote y preparación ensambladora		
6 	1,2 3	Luego de instalar los bottom plate, el operador debe dirigirse hacia la consola de evacuación, quitar candado de esta, y dirigirse hacia la zona de operación para comenzar a operar nuevamente la ensambladora	Evacuación lote y preparación ensambladora		
7 	1 3	El ayudante del área debe estar pendiente de los lotes evacuados en el área. Si un lote ha sido evacuado, el ayudante debe dirigirse hacia esa línea e imprimir etiqueta en impresora correspondiente a esa línea.	Evacuación lote y preparación ensambladora		

		<p>Posterior a ello el ayudante debe pegar etiqueta en lote.</p>	<p>Evacuación lote y preparación ensambladora</p>
		<p>Luego el ayudante debe tomar pistola de anilina (la que previamente al inicio de cada turno debe preparar) y marcar lote con esta. Luego de utilizar la pistola, la debe guardar en buzón respectivo para ella. De esta forma, el lote está listo para ser retirado por la grúa hacia las canchas de acopio.</p>	<p>Evacuación lote y preparación ensambladora</p>







Regla clave a aplicar:		EPP a utilizar	
Trabaja Seguro Interviene Seguro Camina Seguro	1. Golpeado con, por. 2. Sobreesfuerzo 3. Interacción con equipo móvil	1. EPP 2. Bloqueo de equipos.	Guantes, Casco, Protección visual y auditiva, zapatos de seguridad, manguillas.
Jefe Operaciones:	Esteban Rojas	Jefe SSO :	Comité Paritario :
Fecha:		Fecha:	Fecha :

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: SOP lavado rutinario de cabezal (encolado)

Figura 6.12: SOP lavado rutinario de cabezal

Versión Rev. 1	Procedimiento Lavado rutinario de cabezal	Autor Claudia González	Área Mejora Continua	Identificador	Hoja 1 de 1
Fecha de Publicación xx/xx/2023		Validaciones	Jefe Área Esteban Rojas	MASSO	
Herramientas necesarias Pistola de agua para lavado de filtro Tineta plástica para drenaje de filtro			Matriz de flexibilidad Operador Encolado. ■ Riesgo ■ Medida de Control		
Paso	Símbolo	Descripción	Procedimiento		
1 	1 ■	Cuando se detecte una baja en el estándar del gramaje en las encoladoras, detectada en toma de gramajes, diferencia de flujo en pantalla de consola 763-CP ó en gráfica de alertas en consola principal. Se deberá realizar el lavado nivel 1, el cual contempla:	Procedimiento aseo Encolado.		
2 	1,2 ■	Este lavado lo deberán de realizar en paralelo el operador b en conjunto con el ayudante de la encoladora respectiva, para ello el operador b debe en primer lugar bloquear el equipo, para luego activar el lavado de cabezal desde la consola 763-CP.	Procedimiento aseo Encolado.		
3 	1,2 ■	Posterior a ello el operador b debe activar desde la consola 763 CP, la expulsión de agua para el lavado de discos.	Procedimiento aseo Encolado.		
4 	1,2 ■ 1,2 ■	En paralelo al lavado de cabezal y discos, el ayudante debe bajar a nivel de piso a realizar el cambio del filtro en servicio por el filtro auxiliar, para ello debe cerrar las válvulas de entrada y salida del filtro en servicio, y abrir las válvulas de entrada y salida del filtro auxiliar.	Procedimiento aseo Encolado.		
5 	1,2 ■	Una vez realizado lo anterior, el operador b debe volver a operar la encoladora.	Procedimiento aseo Encolado.		
6 	1 ■ 1,2 ■	Posterior a ello se debe realizar el lavado de filtro, el cual es llevado a cabo por el ayudante, para ello se debe utilizar la tineta plástica disponible junto al área de filtro, este se debe disponer bajo el filtro que se quiere lavar, abrir la válvula de salida del filtro y esperar a que escurra la mayor cantidad de adhesivo dentro de la tineta.	Procedimiento aseo Encolado.		
7 	1 ■ 1,2 ■	Luego el ayudante debe cerrar la válvula de salida del filtro, tomar la tineta plástica y vaciar el adhesivo drenado en el arnero, para luego dejar la tineta bajo la llave en el área para su lavado.	Procedimiento aseo Encolado.		



		<p>Posterior a ello, el ayudante debe sacar la maya del filtro, y lavarla con la llave de agua y dentro de la tineta plástica.</p>	<p>Procedimiento aseo Encolado.</p>
		<p>Luego el operador debe introducir la maya dentro del filtro y cerrar la tapa de este.</p>	<p>Procedimiento aseo Encolado</p>
		<p>Finalmente el ayudante debe lavar la tineta plástica y dejarla en la zona de filtros. De esta forma el sistema de aplicación de adhesivo queda en condiciones para un próximo lavado de este.</p>	<p>Procedimiento aseo Encolado</p>
<p>Regla clave a aplicar:</p>		<p>EPP a utilizar</p>	
<p>Trabaja Seguro Interviene Seguro Camina Seguro</p>		<p>1. Golpeado con, por. 2. Caída a mismo nivel.</p>	<p>1. EPP 2. Bloqueo de equipos.</p>
<p>Jefe Operaciones:</p>	<p>Esteban Rojas</p>	<p>Jefe SSO :</p>	<p></p>
<p>Fecha:</p>	<p></p>	<p>Fecha:</p>	<p></p>
<p></p>	<p></p>	<p></p>	<p></p>
<p>Comité Paritario :</p>	<p></p>	<p>Fecha :</p>	<p></p>
<p></p>	<p></p>	<p></p>	<p></p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: SOP cambio espesor/formato (encolado)

Figura 6.13: SOP cambio espesor/formato

Versión Rev. 1	Procedimiento Cambio espesor/formato	Autor Claudia González	Área Mejora Continua	Identificador	Hoja 1 de 1
	Fecha de Publicación xx/xx/2023	Validaciones	Jefe Área Esteban Rojas	MASSO	
Herramientas necesarias Radio para comunicación entre supervisores y operadores Plumón para registro de requerimientos de chapa en pizarra		Matriz de flexibilidad Supervisor Encolado, Operador Encolado, Supervisor grúa, Operador grúa			
				■ Riesgo	
				■ Medida de Control	
Paso	Símbolo	Descripción	Procedimiento		
		Al inicio de cada turno el supervisor de encolado debe revisar los requerimientos definidos por planificación para la alimentación de los stacker.	Procedimiento alimentación stacker		
		El supervisor de encolado debe anotar los requerimientos por stacker en la pizarra para ello.	Procedimiento alimentación stacker		
		El supervisor de encolado debe comunicar por radio el cambio al operador de encolado y al supervisor de grúa, de modo que este último se pueda comunicar con el operador de grúa y el canchero para coordinar el cambio y conocer la disponibilidad de chapas en la planta.	Procedimiento alimentación stacker		
		El operador de grúa comienza a preparar el cambio, acercando los requerimientos de chapa por stacker al área de acopio de chapas (dejando estas en su lugar de acopio respectivo), para ello se comunica por radio con el canchero para conocer la disponibilidad de chapa según los requerimientos.	Procedimiento alimentación stacker		
		El operador de la encoladora debe determinar cuando es el momento para realizar el cambio, cuando se acaba el nivel de chapa en un stacker, el operador se comunica con el operador de grúa para que comience a realizar el cambio.	Procedimiento alimentación stacker		
		Se detiene la encoladora y el operador de grúa evacua todas las pilas de los stacker que debe cambiar y las va dejando en el lugar de acopio de chapas para ese stacker. Posterior a ello la grúa alimenta cada stacker que evacua.	Procedimiento alimentación stacker		
		La encoladora vuelve a operar, en ese momento la grúa distribuye las pilas que evacua hacia otras encoladoras que les sirve ese tipo de chapas, o bien las lleva hacia las canchas de acopio, de esta forma lo hace con todas las pilas dejando libre la zona de acopio de chapas al lado de cada stacker.	Procedimiento alimentación stacker		

				Terminado el cambio, el supervisor de encolado debe supervisar que las calidades cargadas en cada stacker correspondan a las calidades definidas para el armado del tablero, de manera de realizar un correcto cambio.		Procedimiento alimentación stacker.	
Regla clave a aplicar:				EPP a utilizar			
Trabaja Seguro Interviene Seguro Camina Seguro		1. Interacción con equipo móvil	1. EPP 2. Bloqueo de equipos.	Guantes, Casco, Protección visual y auditiva, zapatos de seguridad, manguillas.			
Jefe Operaciones:		Esteban Rojas		Jefe SSO :		Comité Paritario :	
Fecha:				Fecha:		Fecha :	

Fuente: Elaboración propia