

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE
DISOLVENTES DE UNA EMPRESA DEL SECTOR QUÍMICO APLICANDO
HERRAMIENTAS DE *LEAN MANUFACTURING***

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Industrial

AUTORA:

Mayra Aide Fierro Huaman

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Ricardo Lennin Baroni Simeon

ASESOR:

Ing. Mariano Orlando Guillén Zénder

Lima, Agosto, 2025

Informe de Similitud

Yo, Mariano Orlando Guillén Zénder,


docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia

Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado

Propuesta de Mejora del Proceso de Fabricación de Disolventes de una Empresa del Sector Químico Aplicando Herramientas de Lean Manufacturing, de la autora Mayra Aide Fierro Huamán y el autor Ricardo Lennin Baroni Simeone, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 22 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 17/08/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 17/08/2025

Apellidos y nombres del asesor: <u>Guillén Zénder Mariano Orlando</u>	
DNI:10311099	Firma 
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1291-0178	

Dedicatoria

Dedicado a mi padre Legor Fierro, quien siempre me inculcó la importancia de los estudios y la superación académica y personal. Gracias por siempre apoyarme en todas mis metas y sueños.

Dedicado a mi tía Gloria Huamán, por ser uno de los más grandes ejemplos de integridad profesional y perseverancia que he tenido en mi vida. Gracias por impulsarme a culminar con éxito esta etapa, coronando mi vida universitaria con la titulación

Dedicado a mi novio Sergio Carpio, por siempre creer en mí, incluso cuando yo dudaba de mí misma, esta tesis es un reflejo de tu invaluable apoyo a lo largo de este viaje académico.

A Dios, por bendecir mi vida y guiar mi camino.



Dedicatoria

A mis padres, Miguel y Ana, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo, perseverancia y superación.

A mis abuelos, Amelia y Rodrigo, y a mi tía Sara, por cuidarme desde pequeño y contribuir a formarme como la persona que soy hoy.

A mi hermana Valeria, por su compañía y afecto en cada etapa de mi vida.

A mis amigos Fabrizio, Gustavo, Luis, Henry, Leonardo, Daniel, Gonzalo, Anthony y Jhimi, por su amistad sincera y por estar siempre a mi lado brindándome apoyo y ánimo.

A mi querida Tuna PUCP, que convirtió mi paso por la universidad en una experiencia extraordinaria, llena de aventuras y, sobre todo, de hermandad.

Y finalmente, a Karem, por su apoyo incondicional en la etapa final de este camino y por darme el aliento necesario para alcanzar mi meta de titularme.



RESUMEN

El presente proyecto tiene como objeto de estudio a "La empresa", una organización del sector químico que produce diversos productos químicos, como alcohol isopropílico, preservante de madera, aguarrás mineral, bencina y thinner. Su principal enfoque es abastecer a industrias relacionadas con ferreterías, inmuebles y pintura. El proyecto inicia con el desarrollo de conceptos relacionados con análisis de procesos, *lean manufacturing*, ergonomía y automatización. Esto permite realizar una descripción detallada de "La empresa" y del análisis de thinner acrílico NSFC-100 en su presentación de 2.5L, considerando el producto estrella.

Por otro lado, se realizó un análisis del mapa de flujo de valor (VSM) aplicado al proceso de producción del producto estrella, para identificar el tiempo de valor agregado, el lead time del flujo y los posibles cuellos de botella. La herramienta de las 7+1 desperdicios y métricas Lean permitió identificar dos problemas principales: deficiencia en el almacenamiento de materia prima y producto terminado, y un nivel bajo de producción.

Mediante el diagrama de Pareto, se identificaron tres causas principales para cada uno de los problemas: la falta de espacio específico para almacenamiento del producto terminado, la compra excesiva de materia prima y la ubicación alejada de los insumos químicos en relación al área de trabajo; y la realización no ergonómica del sellado por parte del operario, distribución inadecuada del área de trabajo y movimientos repetitivos en mezclado y etiquetado. Se sugieren herramientas de contramedida como las 5S, principios de ergonomía, distribución de planta adecuada, automatización y estandarización de procesos. La implementación está programada para un año, y se espera que, con las herramientas aplicadas, el tiempo de valor agregado en el VSM futuro se reduzca de 2.54 h a 1.05 h (ahorro del 58.66%).

Finalmente, durante el proceso de análisis económico que se ha llevado a cabo, se ha evaluado la viabilidad del proyecto mediante el examen de la inversión y los beneficios totales derivados de la implementación de las herramientas en cuestión. Con base en un horizonte temporal de tres años, se ha determinado que el proyecto resulta factible, ya que presenta un valor actual neto (VAN) de S/. 87,594.75, el cual supera el umbral establecido de cero. Asimismo, se ha calculado una tasa interna de retorno (TIR) del 56.13%, la cual es superior al 20% correspondiente al costo de oportunidad del capital (COK), por tanto, el proyecto es rentable.

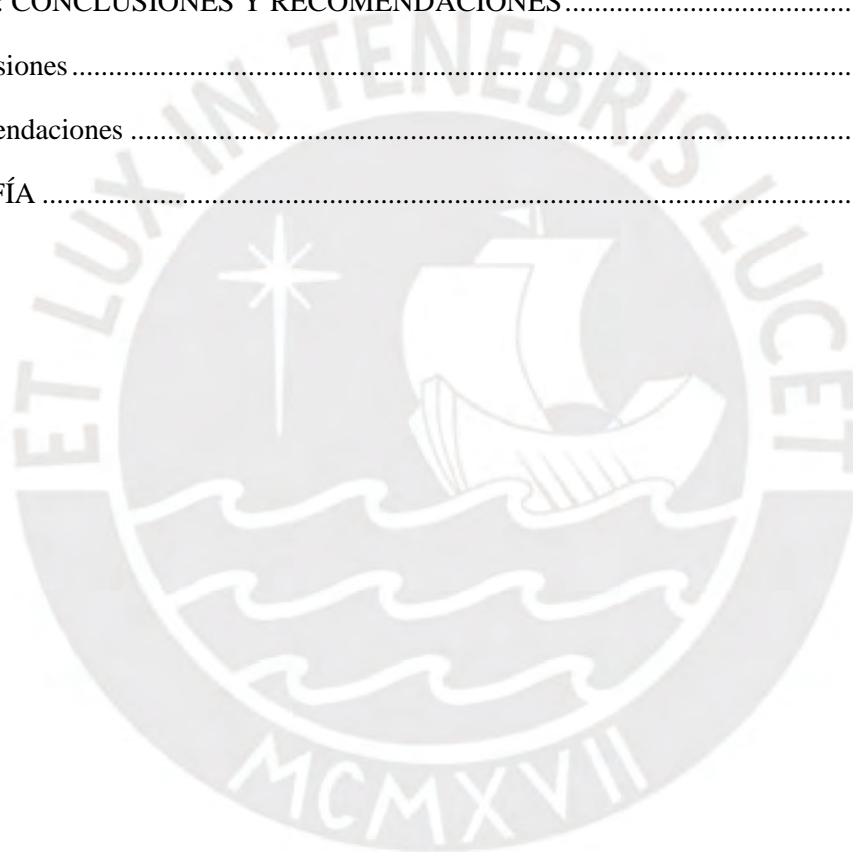
ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	2
1.1. Procesos	2
1.1.2. Análisis de procesos.....	2
1.1.3. Tipos de procesos.....	2
1.1.4. Configuración de procesos productivos.....	3
1.1.5. Mapa de procesos.....	4
1.1.6 Mejora continua de procesos.....	4
1.2 Herramientas para el análisis de procesos.....	5
1.2.1 Diagrama de flujo de procesos.....	6
1.2.2 Tormenta de ideas	6
1.2.3 Diagrama causa y efecto	6
1.2.4 Diagrama de Pareto.....	7
1.2.5 Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP).....	8
1.2.6 Diagrama de Análisis del Proceso (DAP).....	9
1.2.7 Diagrama de Circulación	11
1.3. <i>Lean Manufacturing</i>	12
1.3.1 Antecedentes	12
1.3.2. Pensamiento Lean	12
1.3.3. Concepto Lean Manufacturing.....	12
1.3.4. Definición de desperdicios.....	12
1.3.5. Los 7 + 1 desperdicios	12
1.3.6. La casa Lean	14
1.4. Herramientas de <i>Lean Manufacturing</i>	15
1.4.1 VSM (<i>Value Stream Mapping</i>).....	15
1.4.2. Las 5's.....	20

1.4.3. <i>Kanban</i>	21
1.4.4. Estandarización	23
1.4.5. <i>Just in time</i>	23
1.4.6. Poka Yoke	24
1.4.7. Mantenimiento autónomo	25
1.4.8. Celdas de manufactura	27
1.5. Ergonomía.....	28
1.5.1. Concepto de Ergonomía.....	28
1.5.2. Herramientas de Ergonomía.....	28
1.6. Automatización industrial	30
1.6.1. Concepto de automatización industrial	30
1.6.2. Herramientas de automatización industrial	32
1.7 Principales indicadores de <i>Lean Manufacturing</i>	33
1.7.1 Definición de indicador.....	34
1.7.2 Indicador Lean - OEE (Eficiencia Global de los Equipos)	34
1.8 Distribución de planta	35
1.8.1 Objetivos de la distribución de planta.....	37
1.8.2 Tipos de distribución de planta	37
1.8.3 Planificación Sistemática de la Distribución de Planta.....	40
1.8.4 Métodos para la distribución de planta	40
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	45
2.1. Descripción de la empresa	45
2.1.1. La empresa	45
2.1.2. Procesos de la empresa	48
2.1.3 Planta.....	51
2.2 Diagnóstico de la empresa	52
2.2.1 Selección del proceso.....	52
2.2.2. Selección de la familia de productos.....	53
2.2.3. Selección del producto estrella.....	54

2.2.4. Desarrollo de mapa de flujo de valor actual (VSM)	56
2.2.5. Determinación del <i>Takt Time</i>	59
2.2.6. Identificación de los 7+1 desperdicios	61
2.2.7. Métrica Lean - Análisis OEE	62
2.2.8. Listado de problemas	64
2.2.9. Identificación de causas principales	65
2.3. Identificación de contramedidas	73
2.3.1. VSM con las herramientas a aplicar	74
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTAS DE MEJORA	76
3.1 Aplicación de la metodología 5S y rediseño de la distribución en planta.....	76
3.1.1. Primera S: Clasificación.....	78
3.1.2. Segunda S: Orden.....	84
3.1.3. Tercera S: Limpieza.....	95
3.1.4. Cuarta S: Salud y Seguridad	106
3.1.5. Quinta S: Autodisciplina	118
3.2. Implementación de Automatización	123
3.3 Implementación de Estandarización	126
3.4. Implementación de Ergonomía	131
3.5. Plan y Cronograma para la implementación de las propuestas.....	135
3.6. Matriz de indicadores.....	138
3.7. VSM futuro	139
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA	141
4.1. Cálculo del COK.....	141
4.2. Costos iniciales	142
4.3. Costos de implementación de las propuestas de mejora	144
4.3.1. Costo de implementación de las 5“S”	144
4.3.2. Costo de implementación de la Automatización.....	147
4.3.3. Costo de implementación de la Estandarización.....	149
4.3.4. Costo de implementación de la Ergonomía	150

4.4. Costo total de inversión del proyecto de mejora.....	152
4.5. Beneficios económicos de las propuestas de mejora	153
4.5.1. Beneficios económicos de las 5 “S”.....	153
4.5.2. Beneficios económicos de la Automatización	155
4.5.3. Beneficios económicos de la Estandarización	156
4.5.4. Beneficios económicos de la Ergonomía	156
4.6. Beneficio económico total del proyecto.....	157
4.7. Evaluación de la factibilidad del proyecto de mejora	158
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	161
5.1. Conclusiones	161
5.1. Recomendaciones	163
BIBLIOGRAFÍA	164



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Clasificación del OEE en porcentajes	35
Tabla N°2: Cuadro para el cálculo del costo de transporte de materiales	41
Tabla N°3: Tabla de distancias	43
Tabla N°4: Tabla desde-hacia	43
Tabla N°5: Venta mensual promedio (2019)	53
Tabla N°6: Venta mensual promedio (2019)	54
Tabla N°7: Venta mensual promedio (2019)	55
Tabla N°8: Datos para el VSM	56
Tabla N°9: Datos de procesos	57
Tabla N°10: Tiempo de procesamiento	60
Tabla N°11: Identificación de los 7+1 desperdicios 	61
Tabla N°12: Cálculo de disponibilidad	62
Tabla N°13: Cálculo de rendimiento	63
Tabla N°14: Cálculo de Calidad	63
Tabla N°15: Cálculo del indicador OEE	63
Tabla N°16: Listado de problemas	64
Tabla N°17: Puntaje total asignado a cada causa	67
Tabla N°18: Porcentaje acumulado de las causas	68
Tabla N°19: Puntaje total asignado a cada causa	71
Tabla N°20: Porcentaje acumulado de las causas	72
Tabla N°21: Tabla de causas y contramedidas	74
Tabla N°22: Comités de “5S”	77
Tabla N°23: Formato de control de tarjetas rojas	81
Tabla N°24: Criterio de auditorías	81
Tabla N°25: Ficha de auditoría de clasificación	82
Tabla N°26: Ahorro por espacio disponible	83
Tabla N°27: Parámetros para el proceso de demarcación de objetos, pasillos y herramientas	88
Tabla N°28: Parámetros para el proceso de identificación de áreas, insumos y equipos	89

Tabla N°29: Parámetros para el proceso de señalización de tuberías	90
Tabla N°30: Parámetros para la identificación de archivos físicos.....	90
Tabla N°31: Criterio de ubicación de elementos	91
Tabla N°32: Ubicación de elementos	91
Tabla N°33: Criterio de auditorías	92
Tabla N°34: Ficha de auditoría de orden	93
Tabla N°35: Plan de limpieza de área de mezclado.....	97
Tabla N°36: Plan de limpieza de área de llenado y embalado.....	98
Tabla N°37: Plan de limpieza de área de despacho y recepción.....	98
Tabla N°38: Plan de limpieza de almacén de barriles.....	98
Tabla N°39: Plan de limpieza de almacén de materia prima	99
Tabla N°40: Plan de limpieza de almacén de producto terminado	99
Tabla N°41: Plan de limpieza de área de oficinas	99
Tabla N°42: Plan de limpieza de áreas comunes	100
Tabla N°43: Manual de limpieza	101
Tabla N°44: Programa continuo de limpieza.....	102
Tabla N°45: Programa diario en formato <i>checklist</i>	103
Tabla N°46: Formato de conformidad de limpieza diaria.....	103
Tabla N°47: <i>Checklist</i> de Limpieza	104
Tabla N°48: Criterio de auditorías	104
Tabla N°49: Ficha de auditoría de limpieza.....	105
Tabla N°50: Criterios para el cálculo del nivel de riesgo	108
Tabla N°51: Criterios para la valorización del riesgo.....	108
Tabla N°52: IPERC de todas las áreas de la empresa.....	109
Tabla N°53: Código de colores de señales de seguridad	114
Tabla N°54: Criterios de auditoría	115
Tabla N°55: Ficha de auditoría para la salud y seguridad	116
Tabla N°56: Tiempo ahorrado por la implementación de salud y seguridad en la empresa.....	117
Tabla N°57: Criterios de auditoría	120

Tabla N°58: Ficha de auditoría de autodisciplina.....	121
Tabla N°59: Tabla de seguimiento del sistema de automatización.....	125
Tabla N°60: Ahorro en mano de obra por automatización	126
Tabla N°61: Ahorro en espera por automatización.....	126
Tabla N°62: Mejora en la producción mensual	126
Tabla N°63: Tabla de seguimiento de la estandarización de los procesos.....	130
Tabla N°64: Mejora en la calidad	130
Tabla N°65: Ahorro económico por mejora en la calidad	130
Tabla N°66: Tabla de seguimiento de la ergonomía en los procesos	134
Tabla N°67: Cronograma de implementación de las herramientas de mejora.....	137
Tabla N°68: Matriz de indicadores a cumplir.....	138
Tabla N°69: Matriz de indicadores reales de la empresa.....	139
Tabla N°70: Datos para calcular el COK.....	141
Tabla N°71: Cálculo del costo H-H de los participantes del proyecto	143
Tabla N°72: Costo total de la capacitación en <i>Lean Manufacturing</i>	143
Tabla N°73: Costo total de la capacitación.....	144
Tabla N°74: Costo total de insumos para la implementación.....	145
Tabla N°75: Costo total de insumos para la implementación.....	146
Tabla N°76: Costo total de insumos para la implementación.....	147
Tabla N°77: Costo de Capacitación.....	148
Tabla N°78: Costo de Entrenamiento	148
Tabla N°79: Costo de Supervisión.....	148
Tabla N°80: Costo de máquinas para la implementación	149
Tabla N°81: Costo de Capacitación	149
Tabla N°82: Costo de Entrenamiento	150
Tabla N°83: Costo de Supervisión.....	150
Tabla N°84: Costo de Capacitación	150
Tabla N°85: Costo de Supervisión.....	151
Tabla N°86: Costo de herramientas y materiales para la implementación	151

Tabla N°87: Inversión total para el proyecto de mejora	152
Tabla N°88: Beneficio económico por espacio disponible	153
Tabla N°89: Beneficio económico por reducción en el tiempo de búsqueda	153
Tabla N°90: Beneficio económico por disminución de productos defectuosos.....	154
Tabla N°91: Beneficio económico por disminución de productos defectuosos.....	154
Tabla N°92: Beneficio económico por disminución de accidentes leves	154
Tabla N°93: Beneficio económico por reducción de permisos médicos	155
Tabla N°94: Beneficio económico por reducción de operarios	155
Tabla N°95: Beneficio económico por aumento de producción	155
Tabla N°96: Beneficio económico por mejora de calidad	156
Tabla N°97: Beneficio económico por reducción de malestares lumbares.....	156
Tabla N°98: Beneficio económico por reducción de fatiga muscular	157
Tabla N°99: Beneficio económico por cada herramienta	157
Tabla N°100: Costo de producción anual de las unidades adicionales	158
Tabla N°101: Flujo en el periodo de evaluación del proyecto.....	159
Tabla N°102: Indicadores de viabilidad del proyecto.....	159
Tabla N°103: Flujo de la implementación de las 5”S” en el periodo de 3 años	159
Tabla N°104: Flujo de la implementación de la automatización en el periodo de 3 años	160
Tabla N°105: Flujo de la implementación de la estandarización en el periodo de 3 años.....	160
Tabla N°106: Flujo de la implementación de la ergonomía en el periodo de 3 años.....	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo de mapa de procesos	4
Figura 2: Ciclo PHRA.....	5
Figura 3: Modelo de mejoramiento Six Sigma	5
Figura 4: Diagrama de flujo del proceso de empaque y envío.....	6
Figura 5: Diagrama de espina de pescado.....	7
Figura 6: Gráfica de Pareto	8
Figura 7: Explicación de los símbolos del diagrama de operaciones (DOP)	8
Figura 8: Ejemplo de diagrama de operaciones para la producción de sábanas	9
Figura 9: Símbolos del Diagrama de análisis de Procesos (DAP)	10
Figura 10: Ejemplo de Diagrama de análisis de Procesos (DAP) tipo material	10
Figura 11: Ejemplo de Diagrama de circulación.....	11
Figura 12: Los 7 + 1 desperdicios.....	14
Figura 13: La casa Lean.....	15
Figura 14: VSM Actual.....	18
Figura 15: VSM Futuro.....	19
Figura 16: 5'S	21
Figura 17: Kanban.....	22
Figura 18: Ejemplo de estandarización.....	23
Figura 19: Célula en U para una familia de productos.....	24
Figura 20: Ejemplo de sistema Poka Yoke de detección	25
Figura 21: Tareas del mantenimiento autónomo.....	26
Figura 22: Célula de manufactura.....	27
Figura 23: Postura Neutral - Incómoda.....	28
Figura 24: Levantamiento correcto e incorrecto	29
Figura 25: Niveles de un sistema de automatización	30
Figura 26: Distribución bidimensional de una planta de manufactura.....	36
Figura 27: Distribución tridimensional de una planta de manufactura	36
Figura 28: Fabricación de un avión.....	38

Figura 29: Línea de montaje de automóviles	38
Figura 30: Ejemplo de productos que constituyen una familia.....	39
Figura 31: Planta de taller mecánico.....	39
Figura 32: Gráfica de adyacencias para disposiciones en bloques alternos	41
Figura 33: Disposición inicial de la actividad y los centroides.....	42
Figura 34: Distribución de planta.....	44
Figura 35: Distribución de planta con intercambio.....	44
Figura 36: Organigrama de la empresa	47
Figura 37: Mapa de procesos de la empresa	48
Figura 38: Diagrama de flujo del proceso principal.....	50
Figura 39: Distribución de la planta de la empresa.....	51
Figura 40: Venta mensual promedio (2019)	53
Figura 41: Porcentaje de venta mensual promedio (2019).....	54
Figura 42: Porcentaje de venta mensual promedio (2019).....	55
Figura 43: Diagrama de flujo de valor	58
Fuente: La Empresa	58
Figura 44: <i>Takt Time</i> vs tiempo de ciclo total.....	60
Figura 45: <i>Takt Time</i> vs tiempo de ciclo de procesos	61
Figura 46: Diagrama de Ishikawa I.....	66
Figura 47: Diagrama de Pareto (Deficiencias en el almacenamiento de materia prima y producto terminado).....	69
Figura 48: Diagrama de Ishikawa II	70
Figura 49: Diagrama de Pareto (Bajo nivel de producción)	73
Figura 50: VSM con herramientas a aplicar	75
Figura 51: Diagrama de flujo para la clasificación de objetos.....	79
Figura 52: Modelo de tarjeta roja.....	80
Figura 53: Ejemplo de aplicación de tarjetas rojas	80
Figura 54: OPL de clasificación.....	83
Figura 55: Inexistencia de lugar asignado a producto terminado	85

Figura 56: Falta de orden en el almacenamiento de materia prima	85
Figura 57: Inexistencia de lugar demarcado y señalizado para herramientas	86
Figura 58: Falta de orden en el almacén de productos.....	86
Figura 59: Falta de orden en la documentación de oficina	87
Figura 60: Código de colores para clasificación de residuos sólidos.....	92
Figura 61: OPL de orden.....	94
Figura 62: Falta de limpieza en suelo y estante	95
Figura 63: Falta de limpieza en las superficies	96
Figura 64: OPL para la limpieza.....	106
Figura 65: Simbología para la construcción de un mapa de riesgo.....	111
Figura 66: Mapa de riesgos de la empresa.....	112
Figura 67: OPL para salud y seguridad.....	117
Figura 68: Afiche relacionado a las “5”	118
Figura 69: OPL para autodisciplina	122
Figura 70: Dosificador gravimétrico.....	123
Figura 71: Envasador dosificador de solvente	124
Figura 72: Máquina de embalaje retráctil automática.....	124
Figura 73: Método nuevo de mezclado de insumos.....	127
Figura 74: Método nuevo de envasado	128
Figura 75: Método nuevo de etiquetado y empaquetado	129
Figura 76: Silla Ergonómica LONDRES.....	131
Figura 77: Mesa inteligente de altura regulable.....	132
Figura 78: Tapete anti-fatiga.....	133
Figura 79: VSM futuro.....	140
Figura 80: Porcentaje de inversión por cada herramienta	152
Figura 81: Beneficio económico de cada herramienta	158

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo, mostraremos los conceptos de procesos y herramientas de mejora relacionadas a *Lean Manufacturing*. Dichos conceptos, serán aplicados en la mejora del proceso de producción de la empresa en estudio. El procedimiento a seguir será la identificación del esquema y problemática de la empresa, el análisis de la situación actual, la propuesta de mejora en base a las herramientas desarrolladas en el marco teórico y finalmente la implementación.

En el capítulo 1, se desarrolla el marco teórico donde se describen las herramientas de mejora de procesos a utilizar en el diagnóstico, identificación y solución de problemas en la empresa. Se utilizarán las herramientas de *Lean Manufacturing* y herramientas de Ingeniería industrial.

En el capítulo 2, se describe la empresa en su totalidad mencionando los tipos de productos que ofrece al mercado, su proceso principal y cada una de las actividades que lo constituyen. Luego, se procede a elegir el producto estrella y se realiza el *Value Stream mapping* del proceso de fabricación actual del mismo. Acto seguido, se identifican y agrupan todos los problemas encontrados en la empresa. Finalmente, con la ayuda de diagramas se identifican las dos principales causas de los problemas en el proceso de fabricación y se presentan las contramedidas a implementar.

En el capítulo 3, se presenta el procedimiento detallado para la implementación de las contramedidas señaladas en el capítulo anterior. Se muestra la aplicación de la herramienta “5’S” en la empresa, donde se especifica el objetivo, lema, actividades, formatos de auditoría y beneficios de la ejecución de cada “S”. Además, se muestra el procedimiento para implementar correctamente la automatización, estandarización y ergonomía en la organización. El capítulo culmina con el cronograma de actividades a realizar, la matriz de indicadores y el *Value Stream mapping* futuro.

En el capítulo 4, se desarrollan los costos específicos en capacitación, materiales y maquinaria en los que se incurre en la implementación de cada una de las herramientas de mejora en la empresa; además, se realiza una comparación entre todos los costos. Además, se calculan los beneficios que obtiene la empresa debido a la aplicación de las herramientas. Finalmente, se evalúa la factibilidad del proyecto de mejora mediante el cálculo del flujo económico en un periodo de 3 años e indicadores clave como el COK, VAN y el TIR.

Finalmente, en el capítulo 5 se brindarán conclusiones y recomendaciones identificadas a lo largo del desarrollo, implementación y evaluación del proyecto de mejora.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

El objetivo de este capítulo es describir en profundidad las ideas y los instrumentos utilizados en la elaboración de la tesis que están relacionados con los procesos, el análisis de procesos, *Lean Manufacturing*, la automatización y la ergonomía.

1.1. Procesos

Ritzman et al. (2008) define un proceso como cualquier acción que transforma uno o más insumos para producir bienes o servicios para los consumidores. Se trata de tareas esenciales que las empresas utilizan para completar sus tareas y alcanzar sus objetivos.

1.1.2. Análisis de procesos

El análisis de procesos, según Krajewski et al. (2008), consiste en registrar y comprender minuciosamente cómo se lleva a cabo el trabajo y cómo podría modificarse. El primer paso es encontrar nuevas áreas de mejora y el último, poner en práctica el procedimiento actualizado. Este análisis forma parte del seguimiento del rendimiento a lo largo del tiempo, pero también es esencial para la reingeniería y la mejora de los procesos.

Comienza con un enfoque metódico del análisis de procesos que encuentra áreas de mejora, establece el alcance, registra el proceso existente, lo evalúa para encontrar deficiencias en el desempeño, rediseña el proceso para subsanar las deficiencias y pone en práctica las mejoras previstas.

1.1.3. Tipos de procesos

El artículo de Miguel Ángel Mallar (2010) afirma que los procedimientos de una empresa se pueden clasificar en dos categorías:

- a) **Procesos del Negocio:** Abordan directamente las operaciones comerciales y satisfacen las necesidades específicas de los clientes. Además, los procesos de negocio se pueden clasificar en:
 - **Procesos Directivos o Estratégicos (de *Management*):** Son aquellos que una organización utiliza para planificar, organizar, gestionar y controlar sus recursos. En otras palabras, describen cómo deben llevarse a cabo los procedimientos para alinearse con la misión y la visión de la empresa.
 - **Procesos Operativos o Clave (*Core Processes*):** Se refieren a los procesos de ventas, producción y servicio posventa que afectan directamente a la satisfacción del cliente.

Normalmente constituyen la actividad principal de la cadena de producción de valor (según el modelo de Porter).

- b) **Procesos de Apoyo:** La eficacia de los procesos operativos depende de estos procedimientos, que no están directamente relacionados con el objetivo de la organización. Según la estructura de la cadena de valor de Porter, se trata con frecuencia de tareas administrativas como el pago de nóminas e impuestos, que se clasifican como actividades secundarias.

1.1.4. Configuración de procesos productivos

Según la Universidad Americana de Europa (2021), los procedimientos de producción buscan maximizar el tiempo y los recursos para ofrecer un producto más competitivo tanto en términos de precio como de calidad. Dado que cada negocio tiene requisitos y características únicas, existen cinco tipos diferentes de procesos, como se ilustra a continuación:

- **Por lotes o discontinua:** Se refiere a la fabricación de pequeñas cantidades de artículos distintos que comparten características.
- **Por proyecto o bajo pedido:** Este método de procesamiento se emplea cuando un cliente solicita un producto único y personalizado. La planificación y la organización son fundamentales en este tipo de situaciones para garantizar que se cumplan los plazos y el presupuesto.
- **Artesanal:** Es comparable a la producción por lotes, salvo que implica pedidos mucho más pequeños y es menos consistente. Los procesos deben adaptarse más a las necesidades de los consumidores, ya que hay menos similitudes.
- **En masa:** Con el fin de producir una gran cantidad de bienes a bajo costo y en el menor tiempo posible, este estilo de producción utiliza tecnología para automatizar los procesos y depende en gran medida de los recursos humanos.
- **Continuo:** Dado que la característica principal de la automatización es que nunca se detiene para optimizar la eficiencia y eliminar los gastos innecesarios asociados con el inicio y el final del proceso, está estrechamente relacionada con la producción continua.

1.1.5. Mapa de procesos

“El mapa de procesos agrega los procesos que se han dividido en cadenas, jerarquías o versiones y los presenta en un formato resumido. También abarca las conexiones entre todos los procesos que se encuentran en un campo determinado” (Mallar:2010)

Ayuda al personal a ver que hay un plan claro de principio a fin y que sus esfuerzos individuales forman parte de algo más grande. De esta manera, los empleados pueden realizar su trabajo de forma constante y los directivos pueden asegurarse de que todos los procedimientos de la empresa se mejoran continuamente.

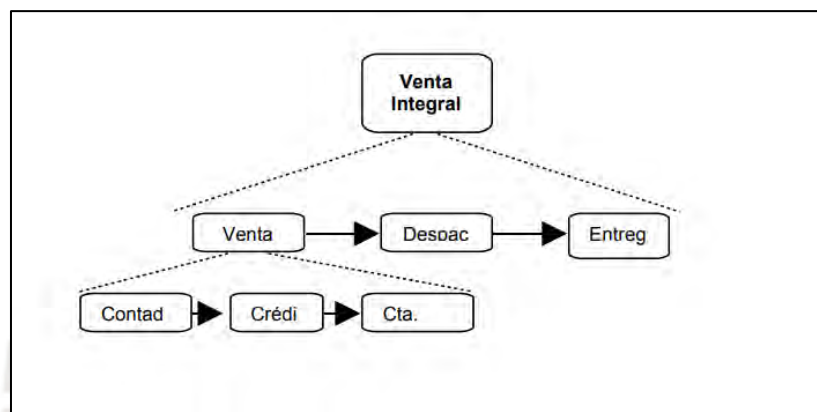


Figura 1: Ejemplo de mapa de procesos

Fuente: Mallar (2010)

1.1.6 Mejora continua de procesos

“Para lograr una gestión de calidad total es necesario un proceso continuo de mejora que abarque al personal, las herramientas, los proveedores, los materiales y los procesos. Esta actitud se basa en la idea de que hay margen de mejora en todas las áreas de la organización. La perfección es el objetivo final, que siempre se persigue, pero nunca se alcanza.”. Heizer y Render (2004:193).

Para Heizer y Render (2004), existen dos principales métodos para aplicar la mejora continua en los procesos, los cuales se explican a continuación:

- **Planear-hacer-revisar-actuar (PHRA):** Walter Shewhart creó este modelo circular, que consta de cuatro pasos principales que conforman el ciclo para crear y ejecutar una mejora. Más tarde, cuando Deming trabajó en Japón después de la Segunda Guerra Mundial, introdujo esta idea en el país.



Figura 2:Ciclo PHRA

Fuente: Heizer y Render (2004)

- Six sigma:** Motorola, Honeywell y General Electric popularizaron la expresión «Six Sigma», que describe un programa de gestión de calidad total (TQM) con una capacidad de proceso excepcionalmente alta (99,9997 % de precisión). Se trata de una técnica de cinco pasos que mejora el rendimiento de los procesos. Tanto los proyectos que requieren cambios drásticos, como la renovación de un proceso existente o el desarrollo de uno nuevo, como los que introducen mejoras graduales en los procesos pueden utilizar este modelo.

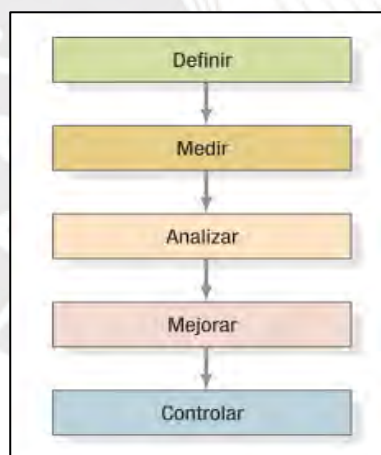


Figura 3:Modelo de mejoramiento Six Sigma

Fuente: Krajewski (2008)

1.2 Herramientas para el análisis de procesos

Son métodos que permiten medir y analizar las operaciones de una empresa mediante la recopilación de datos y la observación. También ayudan a identificar las causas fundamentales de los problemas y ofrecen soluciones.

A continuación, se presentarán los conceptos de 8 herramientas: Diagrama de flujo de procesos, Tormenta de ideas, Diagrama causa y efecto, Diagrama de Pareto, Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP), Diagrama de Análisis del Proceso (DAP), Diagrama de Recorrido y La metodología de los 5 porqués.

1.2.1 Diagrama de flujo de procesos

“Los diagramas de flujo utilizan recuadros y líneas conectados para representar visualmente un sistema o proceso. Son sencillos, pero muy eficaces cuando se quiere comprender o describir un proceso”. (Heizer y Render 2004:200)

Para ejemplificar, se muestra a continuación el proceso del departamento de empaque y envío en una planta de procesamiento de carne de pollo.

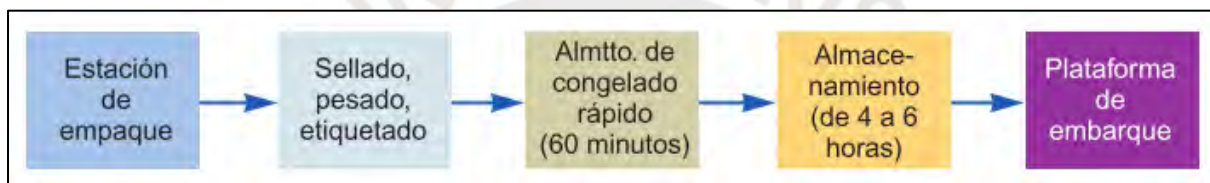


Figura 4:Diagrama de flujo del proceso de empaque y envío

Fuente: Heizer y Render (2004)

1.2.2 Tormenta de ideas

Heizer y Render (2004) definen la lluvia de ideas como un proceso en el que un amplio grupo de personas intercambia ideas sobre un tema determinado sin emitir juicios. Este proceso tiene como objetivo suscitar un diálogo abierto que ofrezca sugerencias innovadoras para posibles productos o mejoras en una empresa. Es fundamental esperar a revisar las ideas hasta después de la sesión de lluvia de ideas.

1.2.3 Diagrama causa y efecto

Según Chase et al. (2009), el diagrama de Ishikawa, a veces denominado diagrama de espina de pescado, ilustra las conexiones teóricas entre el problema que se estudia y las posibles causas. Se crea un

diagrama de causa y efecto y, a continuación, se realiza un análisis para determinar cuál de las posibles causas está provocando el problema

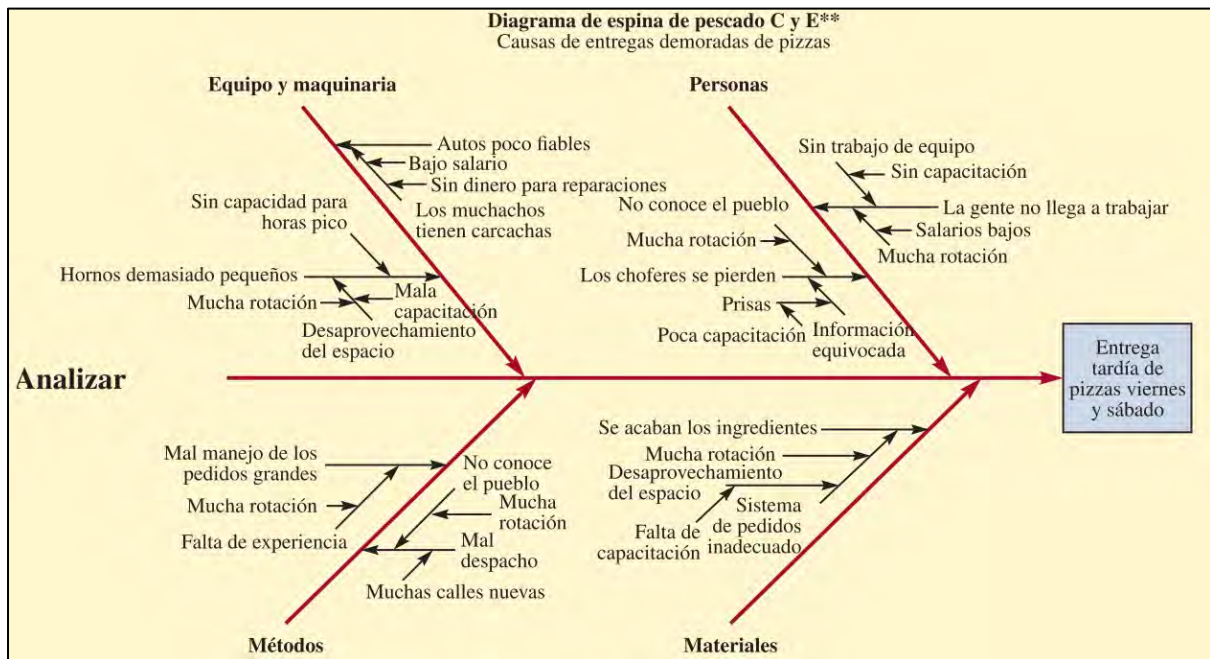


Figura 5: Diagrama de espina de pescado

Fuente: Krajewski (2008)

1.2.4 Diagrama de Pareto

Según Krajewski et al. (2008), el diagrama de Pareto se puede utilizar para determinar qué problemas del proceso deben abordarse primero cuando hay varios problemas que resolver. Según Vilfredo Pareto, físico que creó la regla del 80-20, el 20 % de los factores representan el 80 % de la actividad. Los gerentes pueden resolver el 80 % de los problemas de calidad si se concentran exclusivamente en el 20 % de los aspectos (los pocos factores vitales).

Para identificar estos pocos aspectos cruciales se puede utilizar un diagrama de Pareto, que es un diagrama de barras en el que los factores se muestran a lo largo del eje horizontal en orden descendente de frecuencia. El gráfico tiene dos ejes verticales, uno a la izquierda que ilustra la frecuencia y el otro a la derecha, que muestra el porcentaje acumulativo de dicha frecuencia. Finalmente, la curva de frecuencia acumulativa identifica los pocos factores vitales que requieren la atención inmediata de la gerencia.

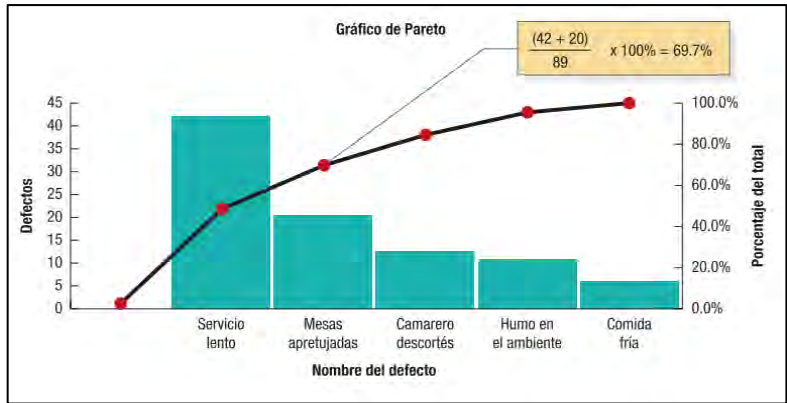


Figura 6: Gráfica de Pareto

Fuente: Krajewski (2008)

1.2.5 Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

El DOP es un diagrama que representa el proceso completo desde el momento en que entra la materia prima hasta que sale el producto final, afirman Bocángel et al. (2021). Entre otras cosas, abarca insumos, operaciones, inspecciones, tiempos, máquinas, ubicaciones de ensamblaje, componentes y pérdidas.




OPERACION		La operación sucede cuando se cambia alguna de las características físicas o químicas de un objeto, cuando se ensambla o cuando se empaqueta. Es decir, son aquellas actividades que normalmente agregan valor.
INSPECCION		La inspección sucede cuando se examina un objeto para verificar la cantidad o la calidad de cualquiera de sus características.
ACTIVIDAD COMBINADA		Los símbolos se combinan siempre que se necesite ilustrar la realización de dos actividades diferentes en una misma estación de trabajo.

Figura 7: Explicación de los símbolos del diagrama de operaciones (DOP)

Fuente: Bocángel (2021)

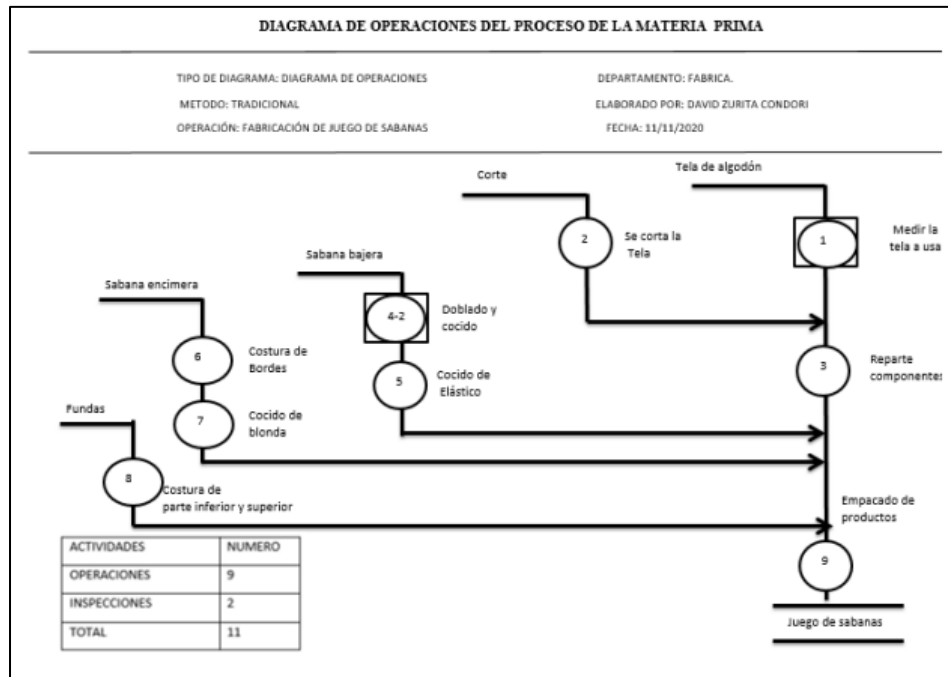


Figura 8: Ejemplo de diagrama de operaciones para la producción de sábanas

Fuente: Bocángel (2021)

1.2.6 Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)

Bocángel et al. (2021) afirma que el DAP es un diagrama exhaustivo que permite un examen más detallado del procedimiento. Por lo general, se crea para un operador o un componente del producto y muestra, entre otras cosas, operaciones, inspecciones, transporte, retrasos, almacenamiento, tiempos, distancias, materiales y modos de transporte. Dependiendo de quién participe en el proceso, hay tres tipos diferentes de diagramas:

- DAP del Material
- DAP del Operario
- DAP de la Máquina


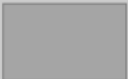



OPERACION		La operación sucede cuando se cambia alguna de las características físicas o químicas de un objeto, cuando se ensambla o cuando se empaca. Es decir, son aquellas actividades que normalmente agregan valor.
INSPECCION		La inspección sucede cuando se examina un objeto para verificar la cantidad o la calidad de cualquiera de sus características
TRANSPORTE		El transporte se presenta cuando se mueve un objeto de un lugar a otro (especialmente de un puesto de trabajo a otro), excepto cuando tal movimiento es parte de la operación o es provocado por el operador de la estación de trabajo durante la operación o inspección
DEMORA		Un objeto tiene demora cuando las condiciones no permiten que se realice de inmediato el siguiente paso según el plan
ALMACENAJE		El almacenaje se da cuando un objeto se mantiene protegido contra la movilización no autorizada

Figura 9: Símbolos del Diagrama de análisis de Procesos (DAP)

Fuente: Bocángel (2021)

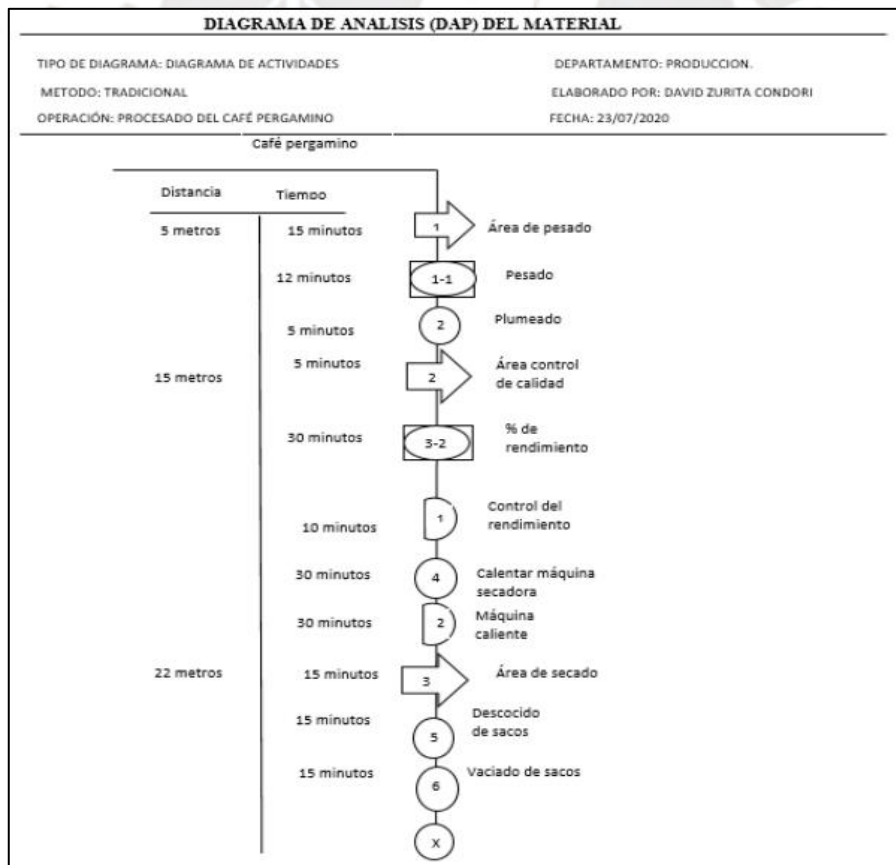


Figura 10: Ejemplo de Diagrama de análisis de Procesos (DAP) tipo material

Fuente: Bocángel (2021)

1.2.7 Diagrama de Circulación

Bocángel et al. (2021) define el diagrama de flujo como un plano a escala en dos o tres dimensiones que ilustra la ubicación de todas las actividades que se muestran en el diagrama de análisis de procesos (DAP). De manera similar, las líneas muestran las trayectorias de los movimientos, y el símbolo y la numeración DAP correspondientes identifican y localizan cada actividad en la figura.

- **Diagrama de Recorrido:** Se utiliza para rastrear una pieza, mostrando y evaluando los movimientos, las transformaciones y el mecanizado que experimenta la materia prima.
- **Diagrama de Hilos:** Se analiza las acciones y movimientos de la persona que realiza una operación. Una forma de obtener esta información es colocar pines en los distintos puntos de trabajo por los que pasa el operador y luego pasar un hilo de un pin a otro siguiendo la forma y el orden de los movimientos del operador. (Gervasi, 2012)

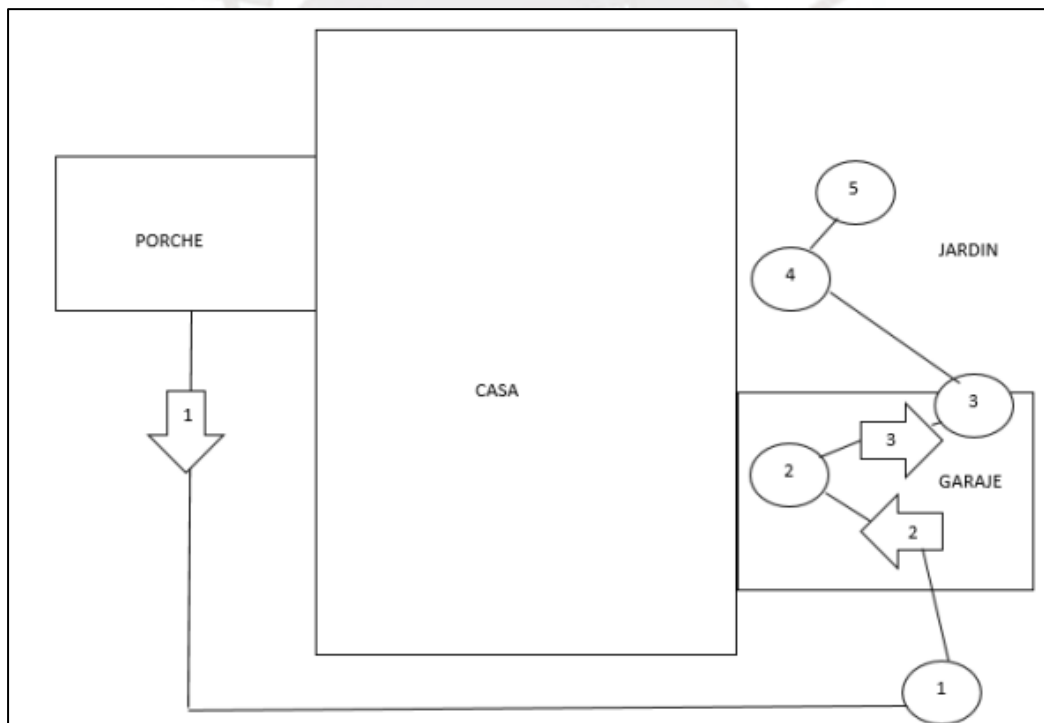


Figura 11: Ejemplo de Diagrama de circulación

Fuente: Bocángel (2021)

1.3. Lean Manufacturing

Taiichi Ohno creó el Sistema de Producción de Toyota (TPS), enfocándose principalmente en la reducción de desperdicios para lograr una mayor eficiencia de las fábricas. Para lograr el sistema mencionado fue experimentando un conjunto coherente de herramientas y metodologías a través de los años. (Madariaga, 2019).

1.3.1 Antecedentes

Según Socconini (2019), la invención de la máquina de vapor por James Watt en 1776 y el artículo de Adam Smith «La división del trabajo» fueron los primeros pasos significativos hacia el desarrollo de *Lean Manufacturing*. Henry Ford puso en marcha su famosa línea de producción en 1908 como resultado de estos acontecimientos, produciendo 15 millones de unidades al día.

1.3.2. Pensamiento Lean

El pensamiento Lean es un enfoque novedoso que tiene como objetivo optimizar los procesos de producción y gestión de una empresa para que pueda implementarse, afirma APD (2018). Todas las operaciones de la empresa se vuelven más eficaces al utilizar menos recursos. La reducción de la inversión, el tiempo y el esfuerzo son los objetivos principales de esta forma de pensar.

1.3.3. Concepto Lean Manufacturing

Lean Manufacturing, utilizando como guía al consumidor, el producto o el servicio terminado, se centra en reducir y eliminar el desperdicio, al tiempo que optimiza las actividades que añaden valor. Un bien o servicio que satisfaga sus demandas y por el que estén dispuestos a pagar un precio competitivamente razonable, idealmente inferior al precio habitual.

En otras palabras, *Lean Manufacturing*, tiene el fin de utilizar un costo total mínimo basado en la sinergia de la cooperación, su objetivo es eliminar el desperdicio y mejorar la velocidad del proceso para producir productos o servicios más asequibles y de alta calidad en menos tiempo. (Cabrera, 2012)

1.3.4. Definición de desperdicios

Según Maradiaga (2019), el desperdicio es cualquier actividad que consume recursos (aumenta el costo de producción) y no añade valor (NVA), para el cliente.

1.3.5. Los 7 + 1 desperdicios

Según Cabrera (2012), Taiichi Ohno definió 7 tipos de desperdicios. Algunos autores indican otros desperdicios adicionales, a continuación, se mostrará los principales aspectos, tales como:

- **Inventario / Material / Espacio / Efectivo:** Convertir todos los materiales en productos terminados evitando el desperdicio, el exceso de desechos o las materias primas. De esta manera, se evitan los materiales inactivos o estancados y se mantiene un flujo constante hacia el cliente. Por otro lado, el desperdicio se produce cuando las materias primas y los productos terminados ocupan espacio que podría utilizarse para otros fines.
- **Sobreproducción:** Producir solo la cantidad que el comprador ha solicitado. Casi todos los demás tipos de desperdicio coexisten con este desperdicio, incluyendo tiempos de espera, espacio mal utilizado, desperdicio por transporte y movimientos innecesarios, y desperdicio por inversión en inventario.
- **Movimiento innecesario / labor:** Evitar posturas o movimientos innecesarios provocados por una ergonomía inadecuada o por una colocación incorrecta de las herramientas, la maquinaria, los suministros, la información, el equipo y el lugar donde se recibirá y/o entregará la actividad, el bien o el servicio que se va a realizar.
- **Transporte:** Evitar mover información, máquinas, suministros y equipos que no mejoren el resultado final.
- **Tiempo / espera:** Evitar los retrasos provocados por decisiones, materiales, averías, errores, fallos, ajustes, tiempos de montaje inadecuados, modificaciones en la configuración de la maquinaria o falta de instrucciones.
- **Complejidad / Sobre procesamiento / Energía:** Abordar los problemas y optimizar el procedimiento. En general, las soluciones complejas son más caras, más difíciles de adoptar y generan más residuos.
- **Defectos / Reprocesamiento / Rechazos:** Se debe hacer todo lo posible por evitar y eliminar estos problemas. Los productos que no cumplan con los estándares mínimos de calidad deben reciclarse o destruirse para evitar la necesidad de reacondicionar componentes en los procesos o productos finales.
- **Talento Humano:** Basándose en un análisis de costo-beneficio de los recursos limitados disponibles, maximizar el potencial de cada miembro del equipo para identificar el desperdicio en todos los departamentos de la empresa.

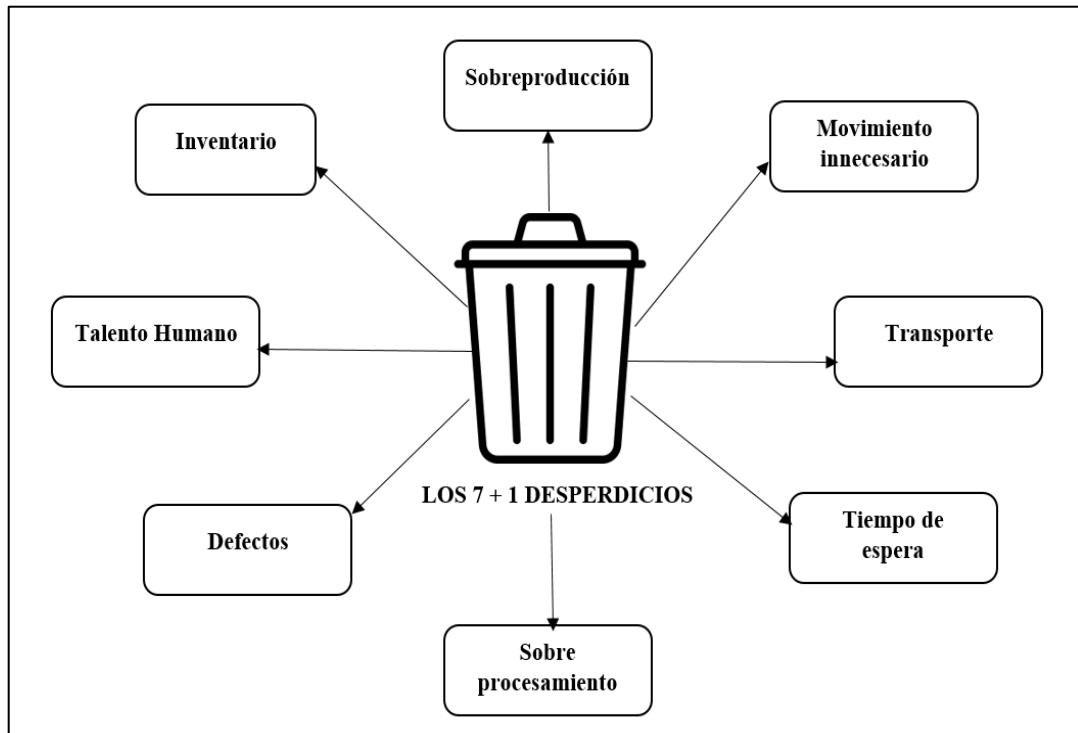


Figura 12: Los 7 + 1 desperdicios

1.3.6. La casa Lean

Atlas (2021) afirma que una casa en construcción puede servir para ilustrar las ideas clave de *Lean Manufacturing*. Dicho de otro modo, primero se construyen los cimientos, luego las paredes y, por último, el techo. Una organización debe establecer una base sólida para la implementación de la producción esbelta, con el fin de respaldar los siguientes pasos del proceso. Aquí es donde resultan útiles las ideas de control visual, estandarización y Heijunka. También podemos observar que cualquier cambio en la forma de pensar relacionado con estos conceptos se basará en la filosofía o los principios de la empresa.

El concepto *Just in Time* se muestra en las paredes junto con Jidoka y otros conceptos mencionados anteriormente que se tratarán con más detalle en los próximos capítulos. Por último, pero no menos importante, el objetivo (el techo de la casa) será ofrecer productos y servicios de primera calidad a

precios asequibles con una entrega rápida, lo que nos permitirá diferenciarnos de la competencia y optimizar los ingresos del negocio.

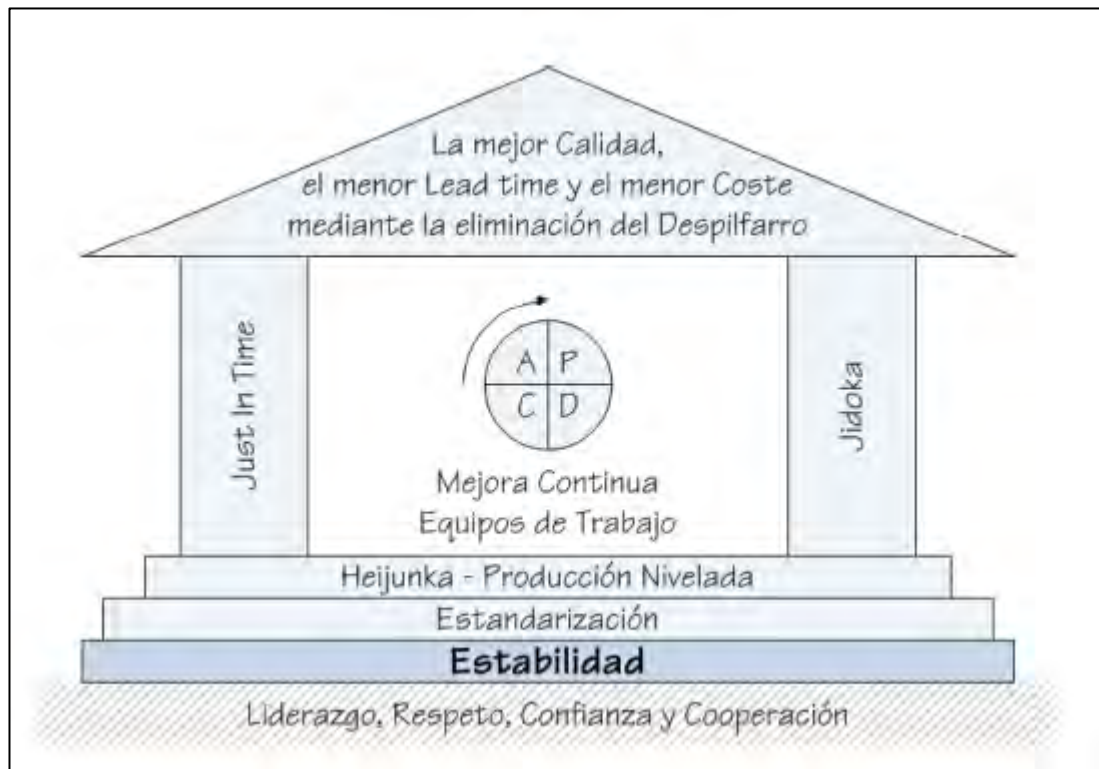


Figura 13: La casa Lean

Fuente: Madariaga (2019)

1.4. Herramientas de *Lean Manufacturing*

En el siguiente capítulo abordaremos de forma detallada cada herramienta que utilizaremos en el presente trabajo para poder desarrollar propuestas de mejora en la empresa de estudio.

1.4.1 VSM (*Value Stream Mapping*)

Según Maradiaga (2019), un VSM es una representación gráfica del movimiento de información y materiales a lo largo de la cadena de valor de una familia de productos dentro de una fábrica, utilizando ciertos símbolos. Se dice que la cadena de valor de una familia de productos es el conjunto de procedimientos que ayudan a convertir las materias primas en productos terminados. En esta cadena se incluyen las actividades que añaden valor (VA), las que no restan valor pero son esenciales (NVAN) y las que restan valor pero son innecesarias (NVAI).

El VSM es una técnica de alto nivel que debe ser implementada en cada familia de productos por el equipo de proyecto más adecuado para cada situación, bajo la guía de la dirección industrial de la planta.

Un concepto muy importante que es necesario desarrollar es el *takt time*, el cual expresa el ritmo de la demanda del cliente; relaciona la demanda del cliente con el tiempo productivo planificado y se mide en unidades de tiempo (s, min, h):

$$Takt\ Time = \frac{T\ Planificado}{Cantidad\ demandada\ por\ el\ cliente}$$

Para crear un VSM preciso, se deben tener en cuenta las siguientes acciones:

- Ajuste el mapa a las dimensiones del papel: El control de producción de la fábrica se muestra entre el proveedor y el cliente, que se encuentran en las esquinas superior izquierda y derecha, respectivamente. Los procedimientos se enumeran en orden secuencial en la parte inferior.
- El cliente: Incluya una tabla de datos que contenga la demanda diaria de la familia de productos, los días laborables por semana, etc., debajo del icono del cliente. Con el símbolo adecuado para el modo de transporte encima, dibuje una flecha de envío desde los envíos hasta el cliente. Por último, tome nota de los días de salida y la frecuencia de los envíos.
- Los procesos: Dentro de cada proceso se indica el número de operarios por relevo. Debajo de cada proceso se añade una tabla con los siguientes datos:
 - N° de relevos
 - Tiempo de ciclo (tiempo que transcurre entre la obtención de 2 piezas consecutivas a la salida de un proceso)
 - Tiempo de cambio
 - % Uptime = 100% - % Averías
 - % Piezas defectuosas (en el caso de valores significativos)
 - Lead time del proceso

Si el proceso consiste en una máquina operada por un operario, se puede completar la tabla con el desglose del tiempo de ciclo:

- Tiempo manual serie (TMS)
- Tiempo máquina en automático (TA)
- Tiempo manual paralelo (TMP)
- Espera

Por último, los símbolos de inventario y flecha de *push* se emplean entre cada proceso. El número total de unidades en curso (WIP) de la familia de productos se indica junto a ellos.

- El proveedor: Se representa una flecha que apunta al inventario de materias primas. A continuación, se añade el símbolo relacionado con el transporte y se indica la frecuencia de los envíos junto a él.
- El flujo de información: Lo siguiente se representa con los símbolos adecuados para los flujos de información manuales y electrónicos entre ellos:
 - Control de la producción y entrega, así como el cliente y la fábrica
 - Control de producción y expediciones
 - Control de producción y los procesos de la fábrica
 - Control de producción y el proveedor
- Escala de tiempo: Debajo de las tablas de datos del proceso hay una escala de tiempo. Los números obtenidos al aplicar la “Ley de Little” para convertir el inventario entre procesos en el *lead time* se escriben en la parte superior de la escala, mientras que el tiempo de ciclo de cada proceso se registra en la parte inferior.

$$\text{Lead time} = \frac{\text{Inventario}}{\text{Producción}}$$

A continuación, mostraremos un ejemplo de un VSM actual (Figura 14) que utiliza los símbolos descritos anteriormente para recopilar los datos actuales de una empresa, así como un VSM futuro (Figura 15) que muestra todos los cambios en los procesos realizados para ayudar a la empresa a ser más productiva.

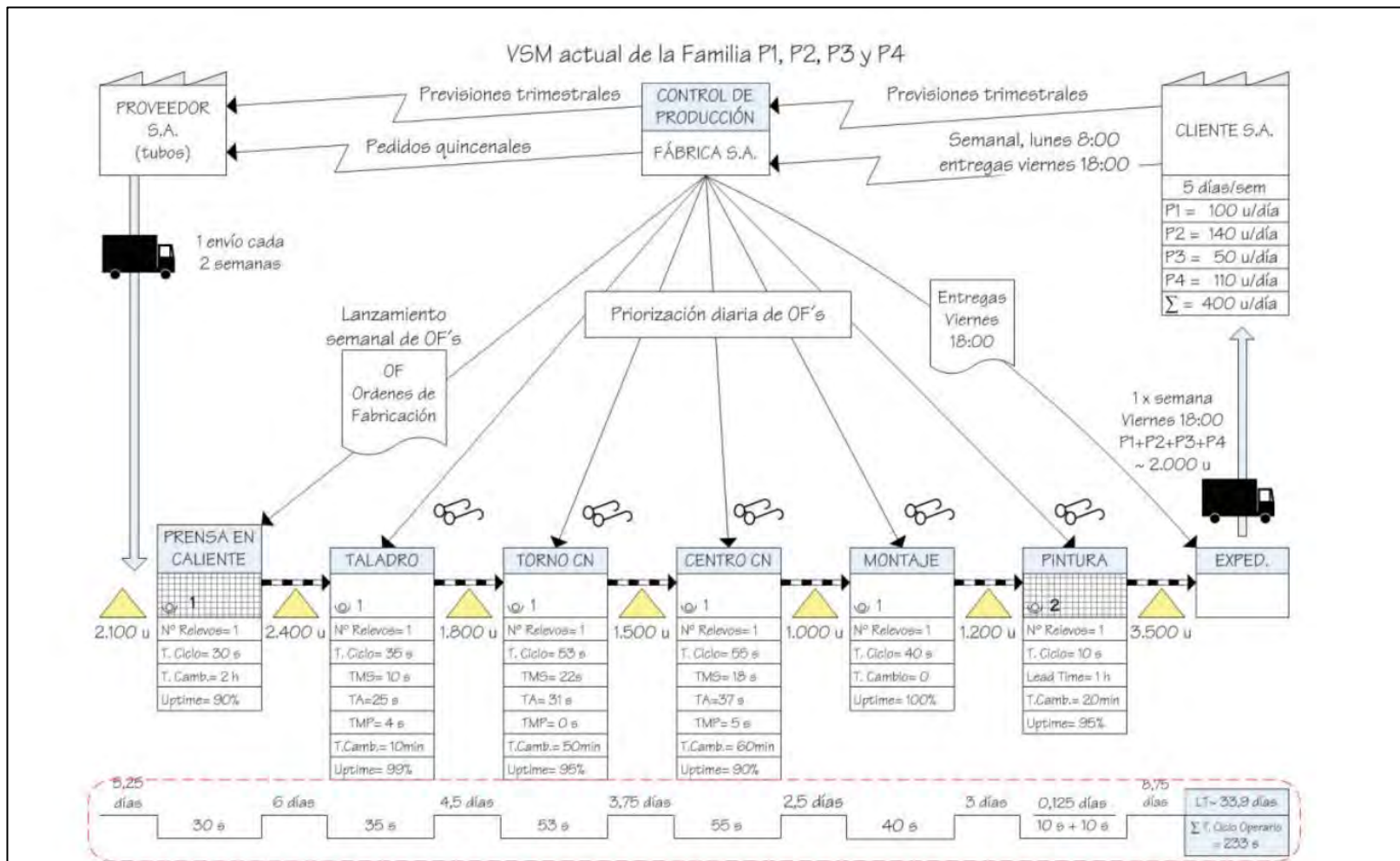


Figura 14:VSM Actual
 Fuente: Maradiaga (2019)

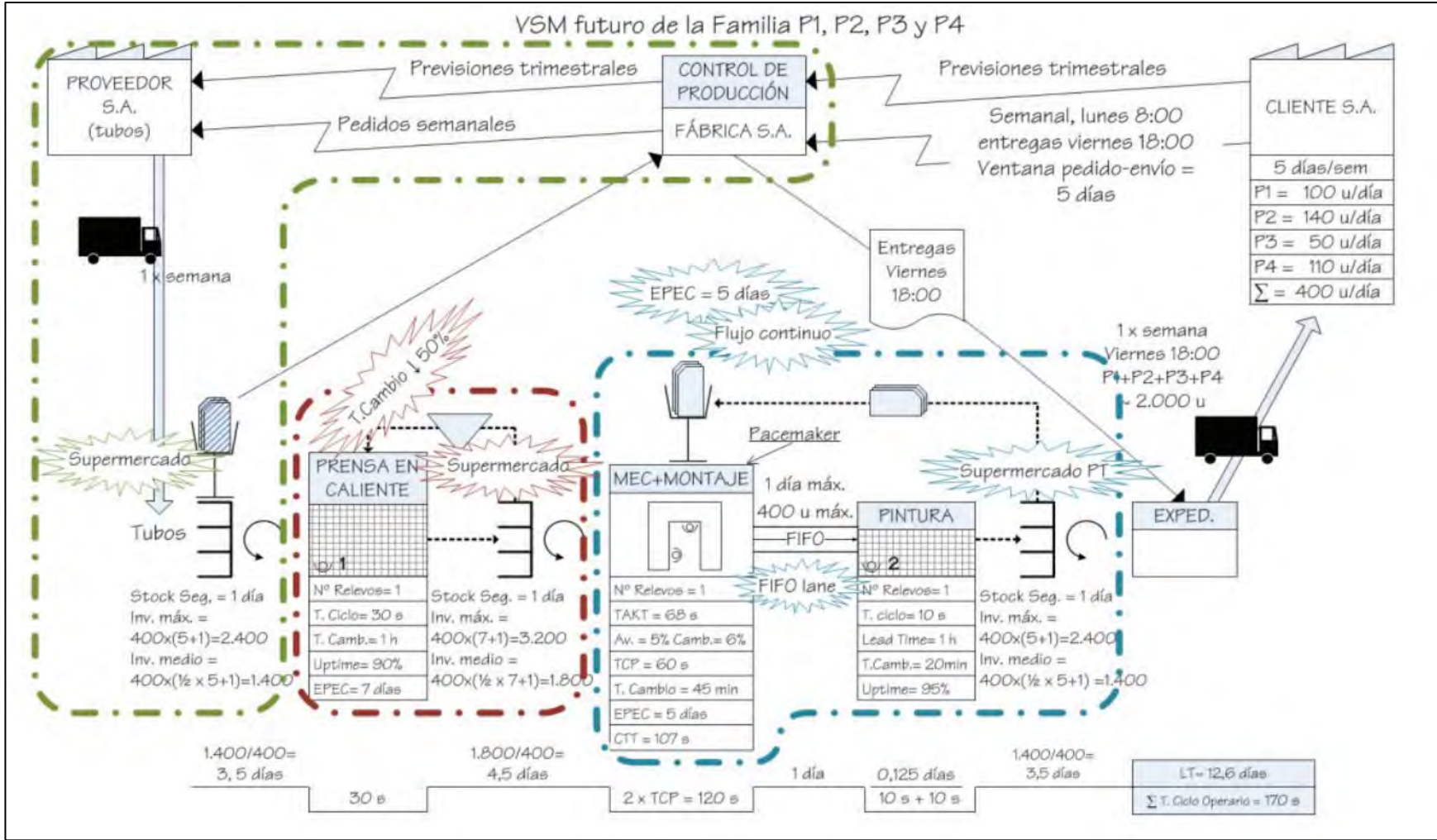


Figura 15:VSM Futuro

Fuente: Maradiaga (2019)

1.4.2. Las 5's

Según Guillén (2017), al fomentar una cultura de mejora continua con la participación activa de los empleados, las 5S se centran en cambiar la cultura de las empresas. Las prácticas, actitudes, hábitos y habilidades que las personas aprenden en sus contextos sociales y familiares, que se denominan su cultura.

A continuación, se explicará más a detalle cada una de las 5 fases que corresponden a esta metodología:

- **Clasificación (Seiri):** La primera S de esta estrategia ofrece consejos y técnicas para evitar la existencia de bienes superfluos. Para promover la agilidad en el trabajo, implica clasificar los productos utilizados en función de su naturaleza, finalidad, seguridad y frecuencia de uso. Una de las principales ventajas es la mejora del control visual sobre los elementos de trabajo, los materiales en curso y los productos terminados. Además, se mejora la calidad, ya que los controles visibles ayudan a prevenir defectos. Por último, se ha producido una mejora en la productividad del personal en lo que respecta a la gestión del tiempo.
- **Orden (Seiton):** La segunda S permite asignar una ubicación específica a cada herramienta u objeto utilizado en las tareas diarias, lo que facilita su recuperación y devolución. También permite la identificación basada en especificaciones técnicas y la ubicación basada en la frecuencia de uso. Además, se ofrecen ubicaciones específicas para máquinas, equipos, suministros, materias primas, productos y basura. Un ambiente de trabajo más cómodo, una gestión más visible de los bienes de producción en general y un acceso rápido a los artículos necesarios para el trabajo, son algunas de las principales ventajas.
- **Limpeza (Seiso):** Todos los empleados de la empresa participan en la limpieza del espacio de trabajo, todas las máquinas, equipos, muebles y archivos durante este periodo. Las medidas que se deben tomar se describen en un manual que varía según la región, y se crea un plan para establecer un estándar permanente de limpieza. Por último, en el manual se documenta un programa de limpieza diario con los responsables y los horarios. Algunas de las principales ventajas son el aumento de la vida útil de las máquinas y los equipos, la mejora de la calidad de los productos y la reducción de las pérdidas por suciedad y contaminación de otros suministros.
- **Sentido de salud y seguridad (Seiketsu):** Prevenir riesgos y peligros, es decir, controlar todas las fuentes de accidentes o daños para la salud, tanto en el trabajo como en la vida personal y familiar, es fundamental para mantener la integridad física y proporcionar atención médica.

Mejorar la salud física y mental de los empleados, reducir el número de posibles causas de accidentes y aumentar la comprensión sobre cómo cuidar y mantener adecuadamente los recursos de la empresa, como los equipos, son algunas de las principales ventajas.

- Autodisciplina (Shitsuke): Para obtener los beneficios sugeridos, la autodisciplina implica desarrollar el hábito de aplicar o poner en práctica de manera constante los cuatro primeros sentidos, además de adherirse a las normas y procedimientos establecidos.



Figura 16:5'S

Fuente: Guillén (2017)

1.4.3. Kanban

Cabrera (2012) lo define como una ayuda visual que acompaña a los contenedores y contiene datos que se utilizan para ordenar una acción concreta, como el inicio de una tarea o la transferencia de materiales.

Dicho de otro modo, regula el movimiento de mercancías e información. Además de identificar el proceso del que procede y su destino, la información también especifica el tipo de material, su cantidad, su modo de transporte y cómo debe transportarse.

La reducción de residuos, la organización de los espacios de trabajo y, sobre todo, la prevención de la sobreproducción y la reducción de inventario mediante un control estricto de cada paso, todo lo cual reduce el *work in progress* (WIP), son ejemplos de cómo Kanban mejora los procesos.

A continuación, se mostrarán los tipos de Kanban que se utilizan en las empresas:

- Kanban de producción: Envía la orden al proceso precedente para que se produzcan las partes.
 - Kanban producción normal: Contiene la orden de producción
 - Kanban urgente: Emitido en caso de escasez de un componente
 - Kanban de emergencia: Cuando a causa de componentes defectuosos, averías en el equipo, trabajos especiales o trabajo extraordinario se producen circunstancias insólitas
 - Kanban de proveedor: Se utiliza cuando la planta se encuentra distante al proveedor, por lo que el plazo de transporte es un término importante a tener en cuenta.
- Kanban de transporte o retiro: Cuando un producto se traslada entre centros de trabajo, se utiliza el Kanban para autorizar el traslado de piezas entre centros. Junto con el nombre y la ubicación del proceso, se debe indicar el tamaño del lote del proceso.
- Kanban de señalización: Este tipo de Kanban se utiliza en la producción para describir métodos que mejoran el rendimiento de los trabajadores mediante hojas de control de procesos y pictogramas (ficha técnica).



Figura 17: Kanban

Fuente: Guillén (2017)

1.4.4. Estandarización

De acuerdo con Maradiaga (2019), la estandarización representa el segundo pilar fundamental dentro del enfoque de *lean manufacturing*. Este principio busca minimizar el desperdicio y reducir la variabilidad en los procesos. Dentro de este sistema, un estándar actúa como un punto de referencia para realizar comparaciones, y puede adoptar diversas formas, tales como:

- Procedimientos o guías, como instrucciones de trabajo, pautas de inspección de calidad, normas de seguridad, rutinas de mantenimiento autónomo o protocolos de limpieza.
- Representaciones gráficas, como la figura de una herramienta ubicada en un panel cercano a una estación de trabajo.
- Indicadores visuales, por ejemplo, marcas pintadas en estantes que muestran los niveles mínimo y máximo de inventario permitidos para un producto
- Valores cuantitativos, como una meta definida para un indicador que mide el desempeño de un proceso.

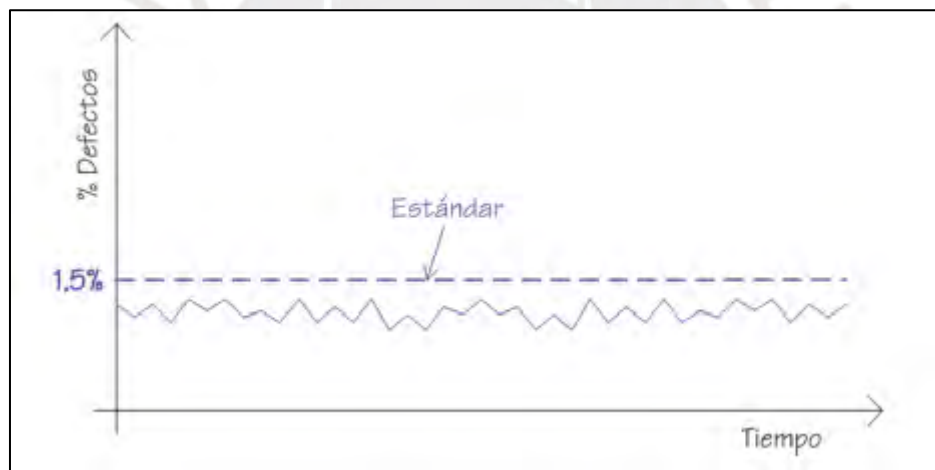


Figura 18: Ejemplo de estandarización

Fuente: Maradiaga (2019)

1.4.5. *Just in time*

Maradiaga (2019) indica que el objetivo del sistema *just in time*, uno de los pilares fundamentales del *lean manufacturing*, es producir únicamente lo necesario, en el momento justo y en la cantidad requerida. Para lograrlo, se emplean máquinas sencillas y se busca optimizar el uso de materiales, mano de obra y espacio. En contraste, el modelo de producción tradicional opera bajo un enfoque "*push*", donde los productos son forzados a avanzar por un sistema con largos tiempos de cambio, grandes volúmenes de producción, acumulación de inventario y tiempos de espera. Este tipo de fábrica no considera el estado del inventario entre etapas ni establece límites en el mismo, lo que da lugar a elevados tiempos de entrega (*lead time*), defectos y movimientos innecesarios.

Para transformar este modelo tradicional en uno alineado con los principios del JIT, es necesario seguir ciertos pasos clave:

- Elegir una familia de productos.
- Determinar el *takt time* y el tiempo de ciclo planificado.
- Establecer un flujo continuo mediante la implementación de células en forma de “U”.
- Disminuir los tiempos de cambio de herramienta o configuración.
- Conectar los procesos utilizando un sistema *pull* con carriles FIFO.
- Integrar los procesos mediante supermercados y tarjetas *kanban*.

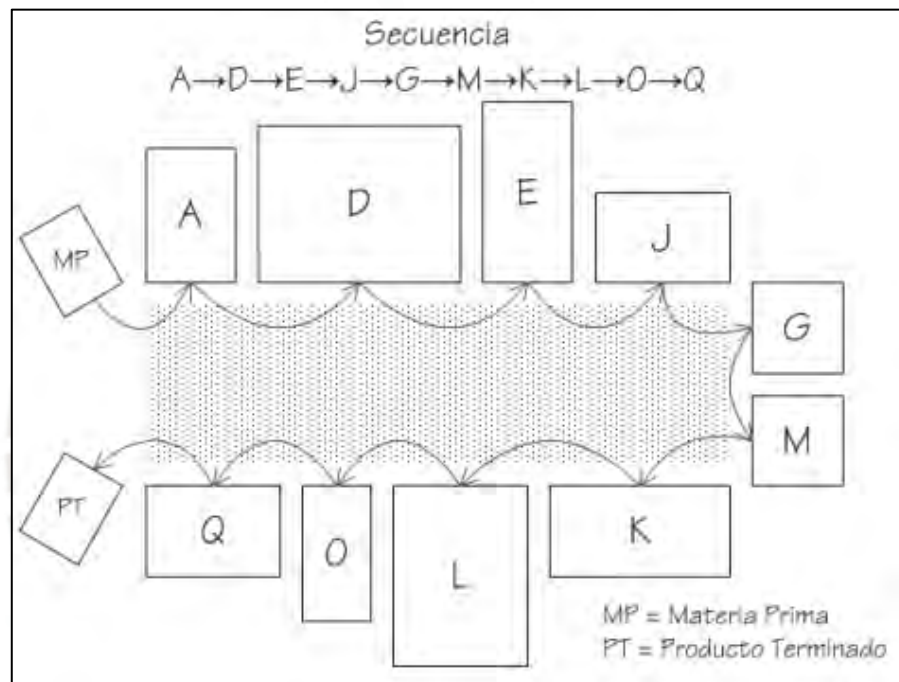


Figura 19: Célula en U para una familia de productos

Fuente: Maradiaga (2019)

1.4.6. Poka Yoke

Cabrera (2012) señala que el *Poka Yoke* es una técnica desarrollada a finales de la década de 1950 por el Dr. Shigeo Shingo, con el propósito de evitar errores humanos dentro del entorno de manufactura. Su meta principal es alcanzar el “cero defectos”, y su implementación se basa en que los trabajadores reflexionen sobre qué acciones pueden tomar para prevenir fallos en su área, en lugar de simplemente seguir instrucciones detalladas paso a paso sobre cómo ejecutar sus tareas.

Los dispositivos o mecanismos *Poka Yoke* deben cumplir con ciertas cualidades fundamentales:

- Ser comprensibles y utilizables por cualquier persona con razonamiento lógico.
- Tener una instalación sencilla.
- Operar sin necesidad de supervisión constante del operario, y ser capaces de funcionar correctamente incluso si alguien intenta probar su efectividad.
- Ser preferiblemente de bajo costo.
- Brindar retroalimentación inmediata, ya sea mediante prevención, corrección o, idealmente, ambas a la vez.

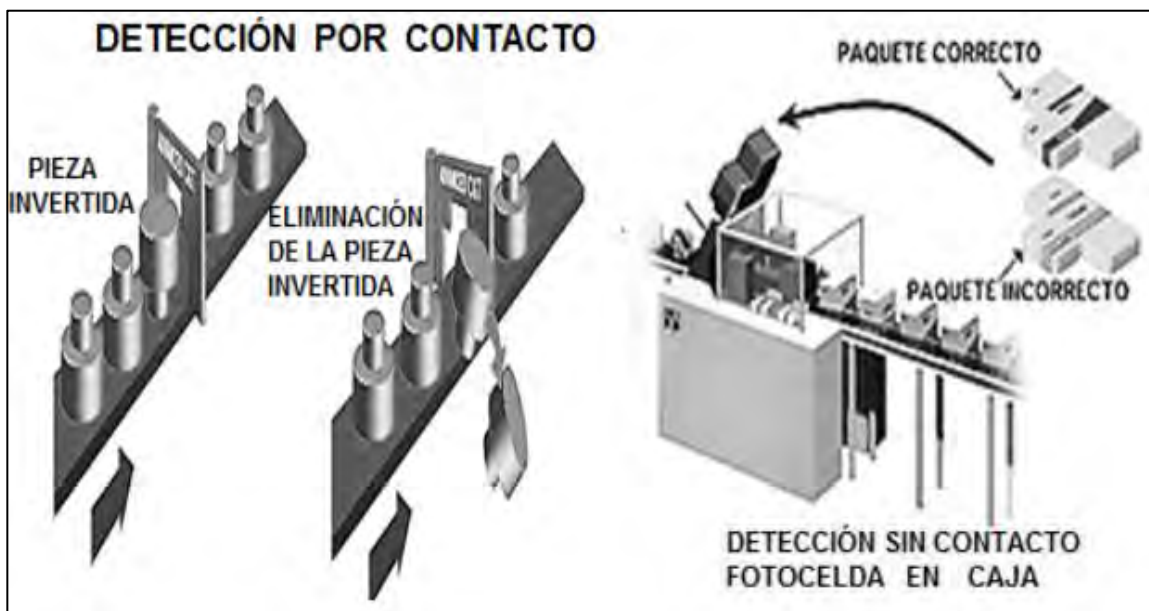


Figura 20: Ejemplo de sistema Poka Yoke de detección

Fuente: Cabrera (2012)

1.4.7. Mantenimiento autónomo

De acuerdo con Maradiaga (2019), el mantenimiento autónomo constituye una metodología clave dentro del sistema *lean manufacturing*. Esta filosofía contrasta con el enfoque tradicional de las fábricas, donde las labores de producción y mantenimiento están claramente separadas. El objetivo del mantenimiento autónomo es capacitar a los operarios de producción para que asuman tareas básicas, frecuentes y esenciales del mantenimiento preventivo, como la limpieza, inspección, ajuste y lubricación. Estas actividades suelen ser descuidadas en los entornos tradicionales debido al desconocimiento de los operarios y a que el personal técnico especializado suele estar ocupado con otras responsabilidades.

A través de estas rutinas diarias de mantenimiento autónomo (Figura 6), los trabajadores pueden identificar irregularidades a tiempo y prevenir que los equipos entren en un proceso de deterioro acelerado.



Figura 21:Tareas del mantenimiento autónomo

Fuente: Maradiaga (2019)

Para implementar el mantenimiento autónomo en un equipo productivo, se deben seguir una serie de pasos estructurados. Primero, se selecciona un equipo piloto y se conforma un grupo de trabajo integrado por un líder, operarios, un responsable de producción y técnicos de mantenimiento. Luego, se capacita a los operarios tanto en el conocimiento técnico como en la operación del equipo.

Posteriormente, se realiza una limpieza e inspección inicial para identificar anomalías, fuentes de suciedad, áreas de difícil acceso y elementos dañados, los cuales deben ser reparados. Se procede a eliminar focos de suciedad y se promueve el uso de controles visuales para facilitar el mantenimiento.

Se elaboran registros temporales que incluyan tareas de limpieza, inspección sensorial (vista, oído, olfato y tacto), ajuste y lubricación, utilizando apoyos visuales como colores y fotografías. A continuación, se implantan versiones preliminares de las gamas de mantenimiento autónomo.

El líder del equipo debe auditar el cumplimiento de estas actividades, y los registros se envían al área de mantenimiento para su revisión y archivo. Finalmente, las gamas provisionales se ajustan en función de la retroalimentación obtenida de las inspecciones diarias y del análisis de fallos.

1.4.8. Celdas de manufactura

Según Ingeniería de Calidad (2018), una célula de manufactura o célula de trabajo consiste en organizar tanto el equipo como el personal siguiendo la secuencia del proceso productivo, abarcando todas las actividades necesarias para completar un producto o una etapa clave del proceso. Al reorganizar las operaciones dentro de una célula, los operarios pueden mover y fabricar las piezas de manera más eficiente, con mayor seguridad y menos esfuerzo en cada etapa.

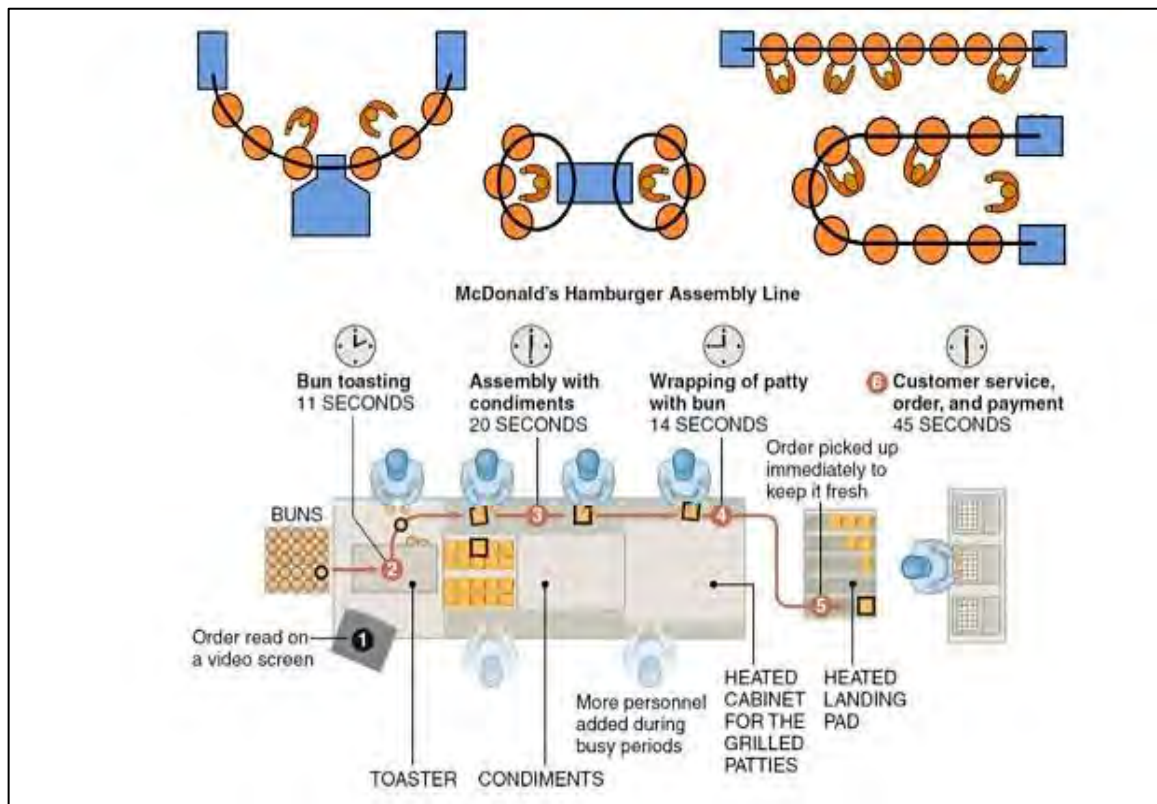


Figura 22: Célula de manufactura

Fuente: Ingeniería de calidad (2018)

Para lograr una distribución eficiente en una célula de manufactura, se recomienda seguir ciertos pasos clave. En primer lugar, es necesario ordenar las actividades en la secuencia correcta del proceso. El flujo del producto debe seguir una dirección contraria a las agujas del reloj, lo cual facilita el uso de la mano derecha mientras se avanza por cada operación.

Las máquinas deben colocarse lo más próximas entre sí, sin comprometer la seguridad del operario ni el movimiento del material dentro de un espacio reducido. Asimismo, se sugiere ubicar la última operación cerca del punto de inicio para facilitar el flujo continuo.

La forma de la célula puede adoptar configuraciones como U, C, L, S o V, dependiendo de las características del equipo, las limitaciones técnicas y los recursos disponibles. En ciertos sectores, como

el alimentario, farmacéutico o veterinario, donde se debe evitar la contaminación cruzada, la disposición debe ser necesariamente lineal.

1.5. Ergonomía

En esta sección hablaremos a detalle acerca de la definición de ergonomía y de las herramientas que podemos utilizar para contrarrestar los problemas de raíz.

1.5.1. Concepto de Ergonomía

De acuerdo con el *Texas Department Insurance* (2021), la ergonomía se enfoca en analizar cómo se puede facilitar que las personas trabajen de manera más eficaz y segura, evitando lesiones dentro de su entorno laboral. Su propósito principal es adaptar las condiciones del trabajo a las características del trabajador.

Este enfoque se nutre de diversas disciplinas, entre ellas la fisiología, que estudia el funcionamiento de los organismos vivos; la antropometría, que se centra en las dimensiones y proporciones del cuerpo humano; y la biomecánica, que analiza el movimiento del cuerpo en acción.

1.5.2. Herramientas de Ergonomía

La aplicación de principios ergonómicos puede disminuir significativamente el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos (MSD), y estos pueden implementarse fácilmente en distintos entornos laborales y tipos de organizaciones.

Uno de estos principios es mantener una postura neutra, es decir, una posición natural y cómoda que el cuerpo tiende a adoptar de forma instintiva. Para lograrlo, es recomendable que las superficies de trabajo estén a la altura de la cintura, lo que evita que el trabajador tenga que alcanzar objetos fuera del rango medio del cuerpo. Además, se sugiere ubicar los elementos de trabajo de manera que los codos permanezcan flexionados aproximadamente a 90 grados.

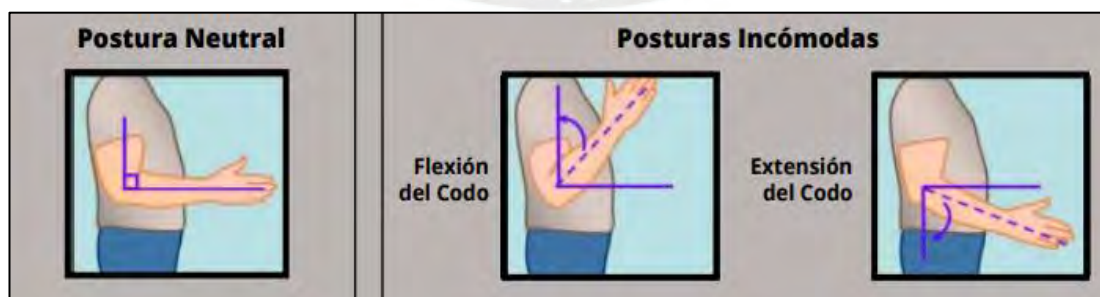


Figura 23: Postura Neutral - Incómoda

Fuente: TDI (2021)

- Evitar la repetición continua: Realizar una misma actividad durante toda la jornada puede aumentar el riesgo de fatiga y lesiones. Se recomienda alternar las tareas a lo largo del día y, en lo posible, tomar pausas breves cada 20 o 30 minutos. En casos donde no se pueda variar el tipo de actividad, es útil cambiar el orden en que se ejecutan las tareas.
- Adaptar las superficies de trabajo: Las estaciones de trabajo deben estar diseñadas para favorecer una postura neutra. La altura ideal es a nivel de la cintura, lo que evita que el trabajador tenga que agacharse o alzar los hombros al manipular objetos. Las superficies ajustables son la mejor opción, ya que permiten adaptarse a las necesidades de distintos usuarios.
- Minimizar la fatiga visual: Una iluminación inadecuada, ya sea insuficiente o excesiva, puede provocar cansancio en los ojos. Es fundamental asegurar una iluminación apropiada en todas las áreas de trabajo. Además, para quienes usan pantallas por tiempos prolongados, se recomienda aplicar la regla 20-20-20: cada 20 minutos, mirar un objeto ubicado a unos 20 pies (6 metros) de distancia durante al menos 20 segundos.
- Levantar objetos correctamente: El uso inadecuado de técnicas de levantamiento o de equipos para manejar cargas pesadas puede derivar en lesiones lumbares. Por esta razón, muchas empresas optan por empacar productos en contenedores más pequeños, lo que contribuye a proteger la espalda de los trabajadores durante las labores de carga y descarga.

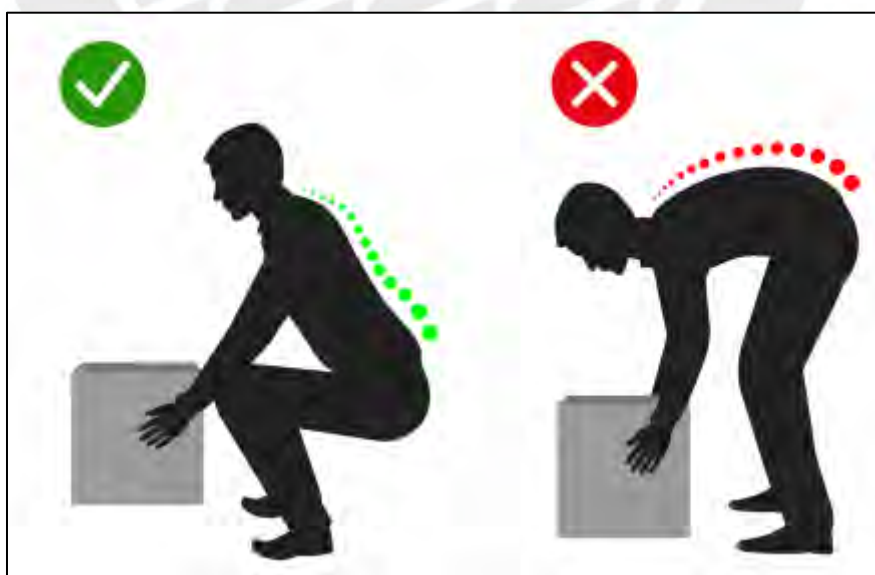


Figura 24: Levantamiento correcto e incorrecto

Fuente: TDI (2021)

- Dar tiempo al cuerpo para recuperarse: Una estrategia efectiva de prevención es permitir que el cuerpo descanse a través de pausas programadas. Durante estos descansos, realizar estiramientos suaves ayuda a reactivar la circulación sanguínea en las zonas que han permanecido inactivas. Además, los estiramientos contribuyen a mejorar la movilidad y flexibilidad de las articulaciones, reduciendo así el riesgo de lesiones.

1.6. Automatización industrial

En esta sección hablaremos a detalle acerca de la definición de automatización y de las herramientas que podemos utilizar para aplicarlo en la empresa de estudio.

1.6.1. Concepto de automatización industrial

De acuerdo con el Centro de Formación Técnica para la Industria (2019), el concepto de automatización abarca una amplia gama de tecnologías que permiten que un sistema funcione de manera autónoma o se autorregula. En comparación con los métodos manuales, los sistemas automatizados destacan por su mayor precisión, potencia y velocidad operativa.

Por su parte, Aula21 (2019) señala que la estructura de un sistema de automatización industrial permite comprender los distintos niveles en los que opera. Aunque existen diversas formas de representarlos, la más común y sencilla consiste en un triángulo jerárquico que muestra tres niveles característicos de un sistema típico de automatización industrial.



Figura 25: Niveles de un sistema de automatización

Fuente: Aula21 (2019)

A continuación, se explica la estructura jerárquica en forma de triángulo que representa los tres niveles fundamentales en una aplicación típica de automatización industrial:

- **Nivel supervisor:** Este nivel está conformado por un ordenador industrial, que puede tener distintas presentaciones como un PC de escritorio, un panel de control o un formato tipo rack, dependiendo de los requerimientos específicos de la empresa. Este equipo central utiliza un sistema operativo convencional junto con un software especializado, generalmente proporcionado por el fabricante, que permite visualizar y configurar el proceso. La comunicación en este nivel se lleva a cabo a través de protocolos industriales basados en Ethernet, como Gigabit LAN o redes inalámbricas (WLAN).
- **Nivel de control:** Ubicado en el punto intermedio de la jerarquía, en este nivel se ejecutan los programas que automatizan los procesos. Para ello, se utilizan controladores lógicos programables (PLC), los cuales cuentan con capacidad de procesamiento en tiempo real. Estos PLC están basados en microcontroladores de 16 o 32 bits y operan con un sistema diseñado específicamente para cumplir funciones bajo condiciones de tiempo real.
- **Nivel de campo:** En la base del sistema se encuentran los dispositivos terminales, como sensores y actuadores, que constituyen el nivel de campo. Estos dispositivos se conectan al PLC mediante un bus de campo, y la comunicación entre ambos se realiza, en la mayoría de los casos, a través de conexiones punto a punto.

Con la integración de estos tres niveles y sus respectivos componentes, se conforma la estructura básica de un sistema de automatización industrial, como se ilustra en la Figura N°26.

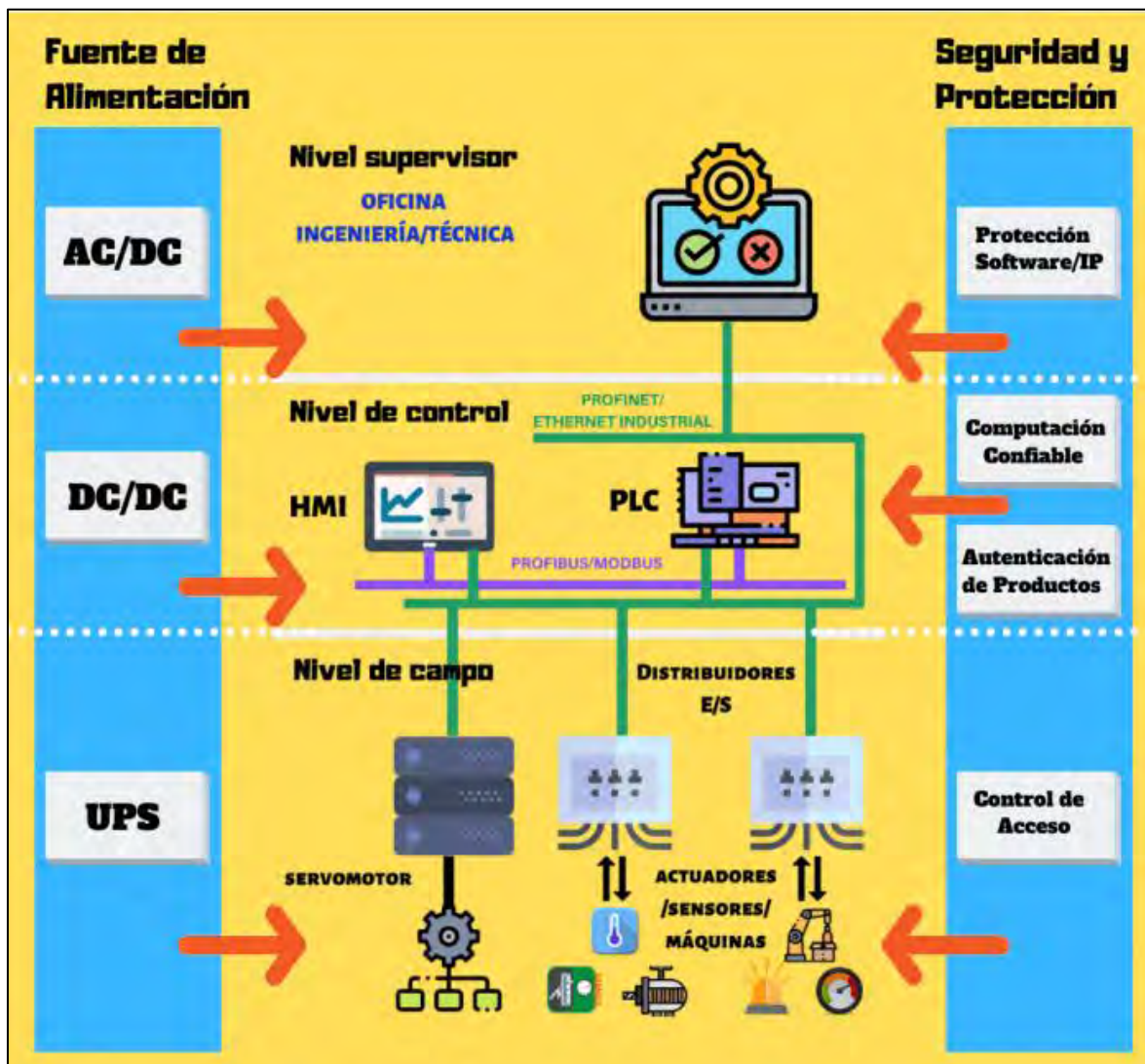


Figura N°26: Esquema de un sistema de automatización industrial básico
 Fuente: Aula21 (2019)

1.6.2. Herramientas de automatización industrial

Según Aula21 (2019), la automatización industrial consiste en una plataforma compuesta por sistemas integrados, conformada por distintos dispositivos y elementos que cumplen funciones como la detección, el control, la supervisión y la monitorización de procesos industriales.

- **Sensores y actuadores:** Los sensores se encargan de transformar variables físicas del proceso como temperatura, presión o caudal en señales eléctricas o neumáticas. Estas señales son analizadas y procesadas para generar respuestas de control. Los controladores, a su vez, emiten

señales que se transmiten a los actuadores, los cuales convierten estas señales en acciones físicas dentro del proceso industrial.

- **SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos):** Es una herramienta informática que recopila información operativa del sistema con el objetivo de controlar y optimizar su funcionamiento. Este tipo de aplicación puede emplearse en procesos como la destilación en la industria petroquímica, la filtración de agua, o la operación de compresores en sistemas de tuberías.
- **Controlador lógico programable (PLC):** Es uno de los componentes más relevantes en la automatización industrial. Permite gestionar distintos dispositivos y facilita el cambio entre procesos de manera ágil y eficiente.
- **Interfaz hombre-máquina (HMI):** Esta interfaz integra los elementos electrónicos necesarios para visualizar el estado del sistema y permitir la interacción directa entre el operador y el equipo de automatización.
- **Red neuronal artificial:** Representa un modelo matemático que procesa información proveniente de redes de comunicación. Las estructuras de una RNA pueden adaptarse según los datos internos o externos introducidos durante la configuración del sistema, permitiendo así su aprendizaje y mejora continua.
- **Sistema de control distribuido (DCS):** Este tipo de sistema contiene múltiples controladores distribuidos a lo largo del proceso. Sus aplicaciones incluyen desde redes de distribución eléctrica y plantas de generación, hasta sistemas de control de tráfico, gestión del agua y monitoreo ambiental.

1.7 Principales indicadores de *Lean Manufacturing*

Según Asensi (2017), dentro del enfoque *Lean*, existen ciertos indicadores clave que permiten evaluar el desempeño de los procesos y equipos. A continuación, se describen los más relevantes:

- OEE (Eficiencia Global de los Equipos)
- TEEP (Rendimiento Efectivo Total de los Equipos)
- FTT (Calidad a la Primera)
- DTD (Tiempo de Muelle a Muelle)
- OTD (Entregas a Tiempo)
- BTS (Fabricación Según Programa)

- ITO (Tasa Rotación Inventario)
- RVA (Ratio Valor Añadido)
- PPMs (Partes Por Millón de Defectos)
- FR (Tasa Cumplimiento Entregas)
- IFA (índice de Frecuencia de Accidentes)
- MTBF – MTTR (Fiabilidad y Mantenibilidad del Equipo)

1.7.1 Definición de indicador

Según Socconini (2019), los indicadores pueden definirse como relaciones numéricas con un valor de referencia que permiten interpretar el desempeño real de un sistema. Funcionan como una herramienta de traducción que convierte lo que sucede en las operaciones en información útil para saber si las acciones implementadas están alineadas con los objetivos planteados. Es aconsejable hacer un seguimiento diario o semanal de estos indicadores para obtener una visión clara del corto plazo y poder responder de forma oportuna ante cualquier desviación o cambio en los resultados esperados.

1.7.2 Indicador Lean - OEE (Eficiencia Global de los Equipos)

De acuerdo con Socconini (2019), la Efectividad Total de los Equipos, conocida por sus siglas en inglés como OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), es una métrica fundamental para identificar la capacidad real de un equipo para producir sin generar defectos, sin interrupciones y al ritmo esperado. Para obtener esta medida con precisión, es necesario recopilar datos diariamente, analizarlos y realizar los cálculos correspondientes.

La fórmula para calcular el OEE es la siguiente:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

Donde los 3 factores son:

- Disponibilidad: Es el tiempo en que la máquina se mantiene en funcionamiento versus el tiempo planificado.

$$\text{Disponibilidad (D)} = \text{T disponible} / \text{T planificado}$$

- Calidad: Compara el tiempo utilizado en la producción de unidades buenas vs el tiempo de producción real incluyendo defectuosos.

$$\text{Calidad (C)} = \text{T efectivo} / \text{T funcionamiento neto}$$

- Rendimiento: Señala el tiempo de producción real incluyendo defectuosos, versus el tiempo total disponible.

$$\text{Rendimiento (R)} = \text{T funcionamiento neto} / \text{T disponible}$$

La situación de la empresa se mide a través del OEE de la siguiente manera:

Tabla N°1: Clasificación del OEE en porcentajes

Valor de OEE (%)	Nivel	Descripción de la Situación
OEE < 65%	Inaceptable	* Se producen importantes pérdidas económicas. * Muy baja competitividad
65% < OEE < 75%	Regular	* Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. * Pérdidas económicas. * Baja competitividad.
75% < OEE < 85%	Aceptable	* Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. * Ligeras pérdidas económicas. * Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Buena	* Entra en Valores World Class. * Buena competitividad.
OEE > 95%	Excelencia	*Valores World Class. *Excelente competitividad.

Fuente: Alonzo (2009)

1.8 Distribución de planta

Meyers et al. (2006) definen la distribución de planta como la forma en que se organizan físicamente las instalaciones de una empresa con el objetivo de optimizar el uso del equipo, los materiales, el personal y la energía. El resultado final de un proyecto de distribución muestra la ubicación precisa de cada máquina, estación de trabajo, área de producción, oficina, entre otros elementos. Este diseño puede elaborarse en dos o tres dimensiones, utilizando herramientas de software de diseño asistido por computadora (CAD).

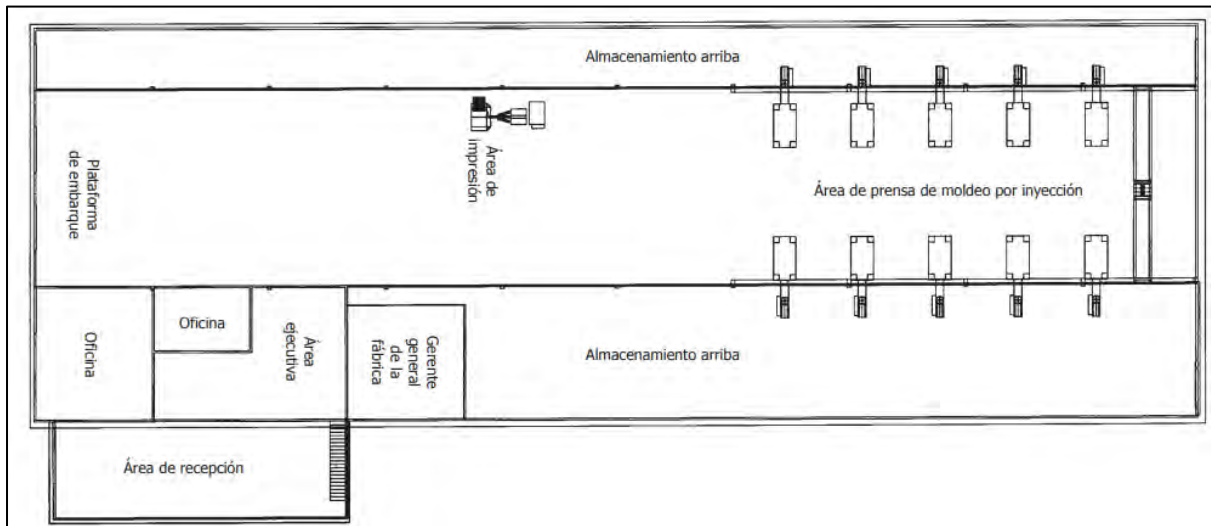


Figura 26: Distribución bidimensional de una planta de manufactura

Fuente: Meyers (2006)

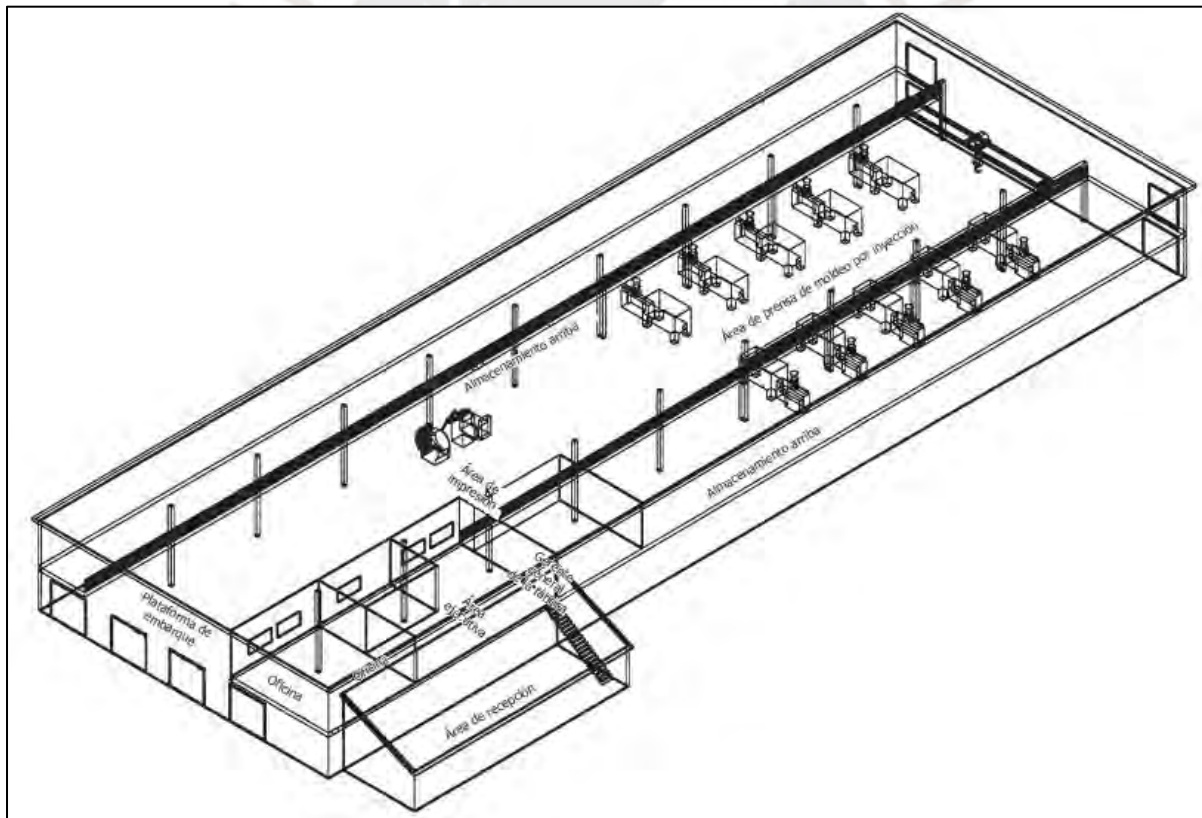


Figura 27: Distribución tridimensional de una planta de manufactura

Fuente: Meyers (2006)

1.8.1 Objetivos de la distribución de planta

Según De la Fuente (2005), una correcta distribución de planta genera beneficios significativos para la empresa, ya que contribuye a mejorar la eficiencia operativa y, en consecuencia, incrementa su competitividad. Para alcanzar estos beneficios, es fundamental que la solución implementada cumpla con una serie de objetivos clave, entre los que destacan:

- Simplificar al máximo los procesos de producción.
- Reducir tanto los tiempos de fabricación como la cantidad de material en curso.
- Minimizar los retrasos durante el proceso productivo.
- Facilitar el mantenimiento, asegurar buenas condiciones higiénicas, y mejorar el control de costos, entre otros aspectos.
- Hacer más sencilla la supervisión de las actividades operativas.
- Optimizar el uso del espacio disponible, ya sea para producción, almacenamiento o áreas de servicio.
- Evitar la confusión y reducir la congestión en el área de trabajo.

1.8.2 Tipos de distribución de planta

De la Fuente (2005) señala que, según el tipo de producción que maneje una empresa, la distribución de planta adoptada puede clasificarse en uno de los cinco tipos principales:

- **Distribución de proyecto singular:** Se aplica a actividades que, en muchos casos, son únicas y no repetitivas, propias de proyectos de gran escala. En este tipo de disposición, las estaciones de trabajo se organizan alrededor del producto, siguiendo el orden lógico del proceso.
- **Distribución de posición fija:** También conocida como distribución de producto fijo o estático, se utiliza cuando el producto es de gran tamaño o difícil de trasladar entre etapas. En este caso, no se mueve el producto, sino que se ajusta el proceso y se lleva el equipo o el personal hacia el lugar donde se encuentra el producto.

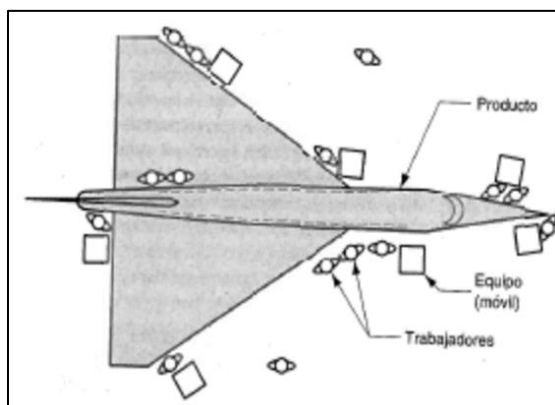


Figura 28:Fabricación de un avión.

Fuente: UA Mediablog (2021)

- **Distribución basada en el producto:** Este tipo de distribución se aplica en sistemas de producción donde las máquinas y servicios auxiliares se organizan de manera secuencial, permitiendo que los materiales avancen directamente de una estación a otra siguiendo el orden establecido del proceso. Es una opción especialmente efectiva para productos con altos volúmenes de producción, ya que favorece un flujo continuo y eficiente.

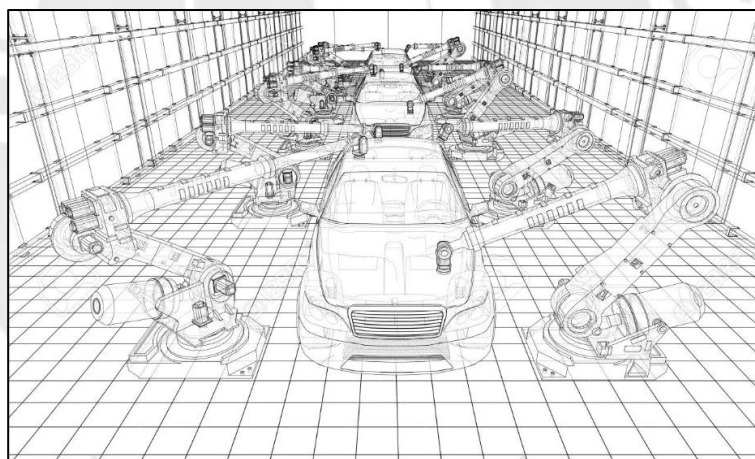


Figura 29:Línea de montaje de automóviles

Fuente: 123RF (2015)

- **Distribución por grupos autónomos de trabajo:** Este enfoque se emplea cuando los volúmenes de producción de cada producto individual no son lo suficientemente altos como para implementar una distribución orientada al producto. En su lugar, se agrupan productos con características similares en familias, y cada una de estas se asigna a un grupo de trabajo independiente. Estos equipos operan de manera autónoma y se encargan de realizar, en su totalidad o en su mayor parte, el proceso productivo correspondiente a su familia de productos.

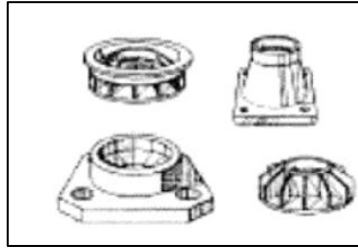


Figura 30: Ejemplo de productos que constituyen una familia

Fuente: De la fuente (2005)

- Distribución basada en el proceso:** En este tipo de distribución, los puestos de trabajo se agrupan según funciones similares. Los materiales se trasladan entre estaciones dentro de una misma área funcional o hacia la siguiente sección correspondiente del proceso. Este modelo es especialmente adecuado para producciones intermitentes o bajo pedido, ya que permite una mayor flexibilidad y facilita la asignación de tareas con una carga de trabajo equilibrada entre los distintos puestos.

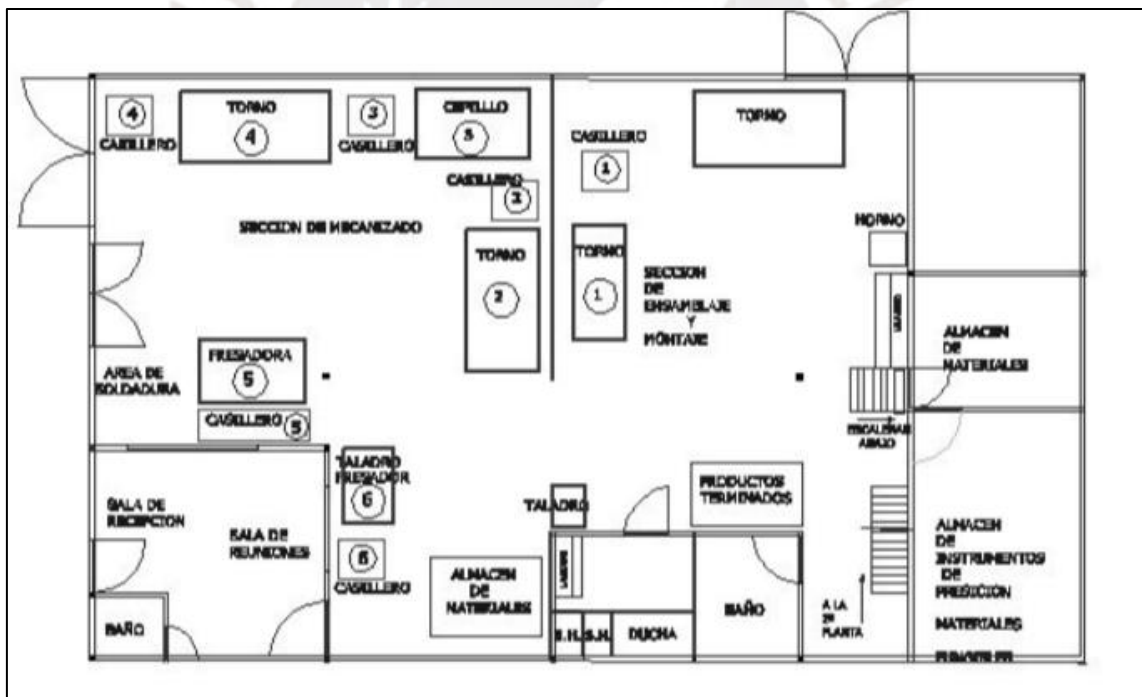


Figura 31: Planta de taller mecánico

Fuente: arq.com.mx (2019)

1.8.3 Planificación Sistemática de la Distribución de Planta

La Planificación Sistemática, propuesta por Richard Muther en la década de 1960, es un enfoque estructurado de evaluación multicriterio que puede aplicarse tanto al diseño de nuevas plantas como a la mejora de distribuciones ya existentes. De acuerdo con De la Fuente (2005:45), este método consta de cuatro etapas fundamentales:

- **Paso 1: Selección de la localización**

En esta fase inicial se determina el emplazamiento geográfico donde se construirá la planta.

- **Paso 2: Diseño general de la distribución**

Aquí se define el flujo básico de materiales en todos los procesos de la planta. Se especifican el tamaño y la forma de cada área, así como su relación con el resto del sistema productivo. Además, se analiza la información disponible para seleccionar el tipo de distribución más conveniente.

Este paso concluye con la elaboración de un plano o diagrama a escala que representa el diseño preliminar de la planta.

- **Paso 3: Planificación detallada de la distribución**

Se procede a ubicar de forma precisa todos los elementos necesarios en cada área: maquinaria, equipos, puestos de trabajo, materiales, estanterías, pasillos y servicios auxiliares. Se elabora un plano detallado para cada zona de trabajo.

- **Paso 4: Ejecución de la instalación**

La última etapa implica planificar y llevar a cabo la instalación física de los elementos. Durante esta fase se realizan los ajustes pertinentes conforme se van colocando los equipos, garantizando que el diseño se materialice correctamente.

1.8.4 Métodos para la distribución de planta

De acuerdo con De la Fuente (2005), existen distintos métodos fundamentales para abordar la distribución de planta, cada uno aplicable según el tipo de instalación y objetivo del rediseño. A continuación, se describen los más relevantes:

- **Método de intercambio pareado:** Este método emplea un enfoque numérico con el propósito de optimizar una distribución de planta ya existente. Se basa en el análisis de la proximidad entre áreas funcionales, las distancias recorridas por los materiales y los costos asociados a su

transporte. A partir de estos elementos, se identifican intercambios entre departamentos que permitan mejorar la eficiencia operativa.

Tabla N°2: Cuadro para el cálculo del costo de transporte de materiales

	1	2	3	4	
	Al Departamento				
Del Departamento		1	2	3	4
	1		10	15	20
	2			10	5
	3				5

Fuente: De la fuente (2005)

- Método de adyacencias:** Este método es especialmente útil para diseñar nuevas distribuciones desde cero. Consiste en elaborar un gráfico en el cual cada nodo representa un área o departamento y las líneas que los conectan indican la necesidad de cercanía o contacto directo entre ellos. El objetivo es obtener una disposición óptima de bloques que maximice la suma de las ponderaciones asignadas a dichas adyacencias, facilitando así el flujo del proceso.

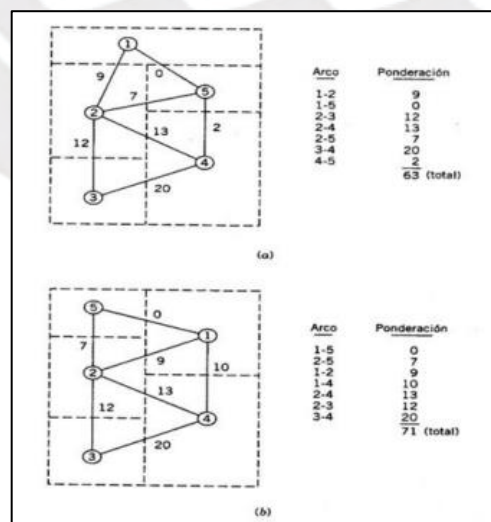


Figura 32: Gráfica de adyacencias para disposiciones en bloques alternos

Fuente: De la fuente (2005)

- **Método CRAFT:** Se trata de un algoritmo computacional orientado a la mejora de una distribución ya existente. Su finalidad principal es reducir al mínimo el costo total asociado a los movimientos entre departamentos, considerando tanto el flujo de materiales como la distancia recorrida y los costos de transporte unitarios. Este método utiliza como base una tabla “desde-hacia” con los datos de flujo entre áreas. El costo total se calcula con la siguiente fórmula:

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m f_{ij} c_{ij} d_{ij}$$

m: es el número de departamentos involucrados,

f_{ij}: representa el flujo de unidades entre los departamentos *i* y *j*,

c_{ij}: es el costo por unidad por distancia entre estos departamentos,

d_{ij}: es la distancia entre los centroides de *i* y *j*.

El procedimiento de CRAFT consta de los siguientes pasos:

- **Paso 1:** Determinar el centroide de cada departamento.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	G	G	G	G	G	G	G
2	A					•				A	G							G
3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	G	G					G
4	B	B	B	B	B		C	C	C	C	E	E	G	G	G	G	G	G
5	B				B		C		•	C	E	E	E	E	E	E	E	E
6	B		•		B		C	C	C	C	E	E	E	E	E	E	E	E
7	B	B	B	B	B		D	D	D	D	F	F	F	F	F	F	F	E
8	D	D	D	D	D					D	F						F	F
9	D					•			D	D	F	F	F	F				F
10	D	D	D	D	D	D	D	D			H	H	H	H	F	F	F	F

Figura 33: Disposición inicial de la actividad y los centroides

Fuente: De la fuente (2005)

- **Paso 2:** Calcular la distancia ortogonal entre los centroides de cada par de departamentos y registrar estos datos en una matriz., a continuación, se muestra un ejemplo en la Tabla N°3.

Tabla N°3:Tabla de distancias

Nombre del dpto	A	B	C	D	E	F	G	H
A:	0	6	6	7	12	15	10	14
B:		0	6	6	12	14	15	13
C:			0	8	8	10	10	9
D:				0	13	10	17	8
E:		6			0	3	4	8
F:		15			3	0	7	5
G:							0	12
H:								0

Fuente: De la fuente (2005)

- **Paso 3:** Estimar el costo de la disposición inicial multiplicando los valores de la tabla de flujo por sus costos unitarios y distancias respectivas. A continuación, se muestra un ejemplo en la Tabla N°4.

Tabla N°4:Tabla desde-hacia

Nombre del departamento	Área (ft ²)	Núm. de cuadros	FLUJO							
			A	B	C	D	E	F	G	H
1. A: Recepción	12 000	30	0	45	15	25	10	5	0	0
2. B: Fresado	8 000	20	0	0	0	30	25	15	0	0
3. C: Moldeado	6 000	15	0	0	0	0	5	10	0	0
4. D: Atornillado m/c	12 000	30	0	20	0	0	35	0	0	0
5. E: Montaje	8 000	20	0	0	0	0	0	65	35	0
6. F: Enchapado	12 000	30	0	5	0	0	25	0	65	0
7. G: Embarque	12 000	30	0	0	0	0	0	0	0	0
8. H: Ficticio	2 000	5	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: De la fuente (2005)

- **Paso 4:** Proponer intercambios entre departamentos para evaluar mejoras en el diseño.

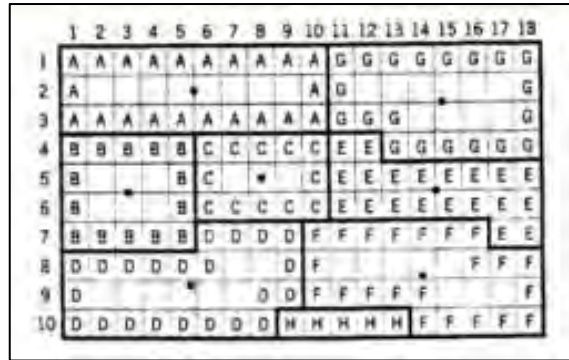


Figura 34: Distribución de planta

Fuente: De la fuente (2005)

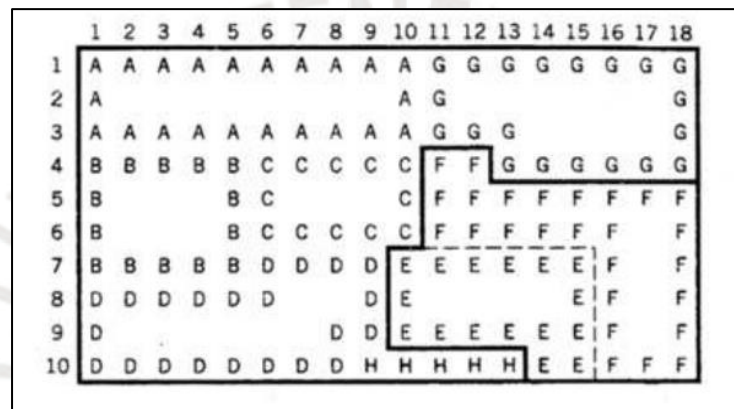


Figura 35: Distribución de planta con intercambio

Fuente: De la fuente (2005)

- **Paso 5:** Si se identifica una mejor disposición, se actualizan los centroides y se recalculan los costos totales.
- **Paso 6:** El proceso se repite iterativamente hasta que ya no sea posible reducir el costo de la disposición.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

Este capítulo presenta una descripción detallada de la empresa objeto de estudio, abordando tanto su situación actual como el proceso productivo utilizado para la fabricación de disolvente de pintura. Además, se han aplicado diversas metodologías para identificar los principales problemas que afectan a la empresa, así como se ha llevado a cabo un análisis riguroso para determinar la causa raíz de dichos problemas.

2.1. Descripción de la empresa

Este capítulo describe la empresa en estudio, su actividad económica, sus principios organizativos y un organigrama. Asimismo, se detallan las entidades participantes, las instalaciones y los métodos operativos.

2.1.1. La empresa

La empresa se encuentra ubicada en Jicamarca, una localidad en el distrito de San Antonio de Chaclla en la provincia de Huarochirí y se dedica a la elaboración de disolventes para pintura especialmente thinner acrílico, thinner estándar y thinner especial. La empresa cuenta con una trayectoria de 20 años en el sector químico y su procesamiento es por lotes, es decir, el volumen de producción y el tipo de producto varían de acuerdo a los pedidos que se reciban en un periodo mensual. En cuanto a la distribución de sus productos, se realiza mediante intermediarios como ferreterías ubicadas en los distritos de San Juan de Lurigancho y Centro de Lima.

2.1.1.1. Sector y actividad económica

El giro de la empresa es la fabricación de disolventes de pintura.

Sección C: Industrias Manufactureras.

División 20: Fabricación de sustancias y productos químicos.

Grupo 202: Fabricación de otros productos químicos.

Clase 2022: Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas.

La empresa tiene como materia prima al acetato de metilo, metano, metanol, benzina, etc., los cuales son mezclados y movidos hasta que se forme una reacción química que permita la formación del disolvente de pintura cumpliendo todas las especificaciones del mercado. La empresa está clasificada por el CIU: 2022, el cual incorpora la fabricación de decapantes para pintura y barniz preparados.

2.1.1.2. Misión

Desarrollar un producto cada vez más eficiente y diferenciado al innovar las fórmulas usadas para la elaboración de nuestros disolventes. Buscamos cumplir las expectativas requeridas de nuestros clientes con la finalidad de conseguir su fidelización. Así como también, mantener en constante capacitación a nuestros colaboradores para lograr una mejora continua de la productividad.

2.1.1.3. Visión

Afianzar paso a paso nuestra participación en el mercado nacional. Mantener un constante control en la seguridad industrial, apoyando también a la protección de nuestro medio ambiente con la utilización de buenas prácticas al momento de producir nuestros disolventes. Finalmente, ser reconocidos por nuestros clientes por una buena calidad y asesoramiento.

2.1.1.4. Valores

Puntualidad: No solo es importante tenerlo en cuenta con el equipo de trabajo, sino también con el cliente, cumpliendo con los plazos de entrega establecidos previamente, también cumpliendo los pagos correspondientes a los colaboradores y a la SUNAT.

Calidad: Los productos deben de cumplir con los parámetros establecidos y prometidos para el cliente, de esta forma se creará una confianza con el cliente y el producto se volverá más conocido en el mercado.

Trabajo en equipo: Todos los colaboradores deben de trabajar en equipo, apoyándose mutuamente ante cualquier problema que se presente, de esta forma crear lazos de confianza y tener el mismo objetivo de aumentar las ventas de la empresa con productos de calidad.

Responsabilidad: Este valor se debe de practicar tanto al nivel social como en el ecológico, si se demuestra que la empresa es responsable con la sociedad y el medio ambiente, los clientes aumentarán su interés por comprar los productos de la empresa.

2.1.1.5. Estructura organizacional

La empresa cuenta con un gerente general, encargado de supervisar y coordinar todas las operaciones en la que se rige la empresa. Asimismo, está encargado de la logística, distribución y coordinación con los clientes. El departamento de producción consta de cinco operarios que realizan los procesos hasta la obtención del producto final. Por otro lado, tenemos al departamento de ventas que consta de una persona encargada de guardar la información de las ventas y realizar los cobros a nuestros clientes, también se encarga de sacar los montos mensuales de tributación a la SUNAT y pago a los proveedores cuando se necesita la materia prima. Finalmente, el departamento de distribución consta de un chofer y un ayudante, los cuales distribuyen los pedidos a los principales clientes. En la Figura N°36, se muestra el organigrama de la empresa.

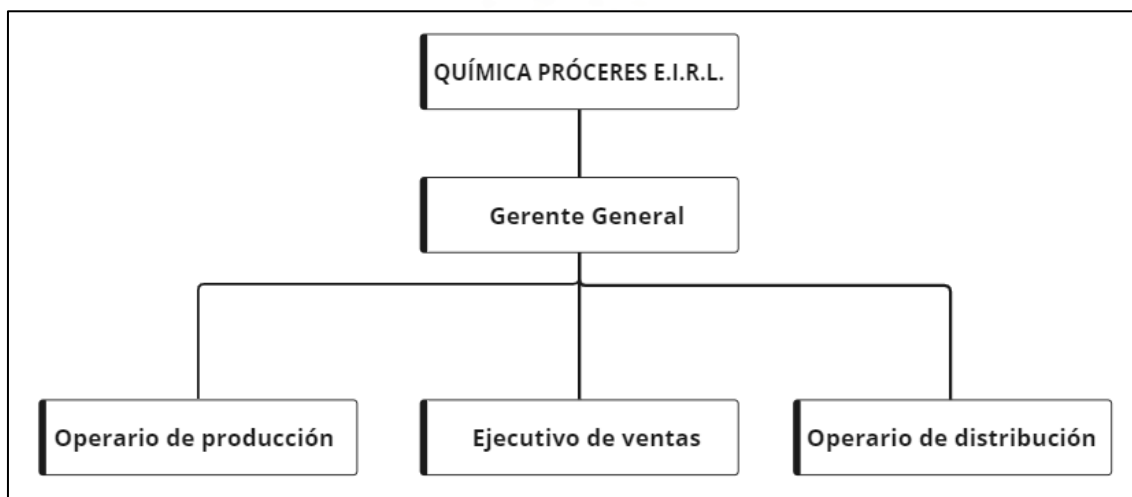


Figura 36: Organigrama de la empresa

2.1.1.6. Productos

La empresa ofrece tres calidades de thinner: acrílico, estándar y especial; los cuales están dirigidos al sector de pinturas para muebles. También ofrece un servicio personalizado de acuerdo a lo requerido por el cliente, se realizan pruebas para comprobar que la nueva mezcla sea útil en las funciones que desea realizar el cliente y se llega a un acuerdo (este servicio especial no es tan común pero la empresa lo realiza eventualmente).

2.1.1.7. Entidades participantes en el modelo de negocio

A continuación, se listan las entidades participantes en el modelo de negocio de la empresa:

Clientes

La empresa está enfocada en abastecer a las industrias en el sector de ferretería, inmuebles y pinturas.

Los clientes principales son:

- Centro comercial Multiplaza

- Las Malvinas
- Las Malvinas 2
- Centro comercial Nicollini
- Puestos de ferretería de San Juan de Lurigancho
- Puestos de ferretería del Centro de Lima

Competidores

Los competidores son empresas que pertenecen a la industria de fabricación de disolventes de pintura. Las principales empresas son:

- A3M Company S.A.
- CMC INDUSTRIAS S.A.
- PINTER PERU S.A.C.
- CORPORACIÓN INDUSTRIAL SOLCAR S.A.C.

2.1.2. Procesos de la empresa

En este apartado del texto, se presentarán los procesos estratégicos, operativos y de apoyo que conforman la totalidad de la empresa. Asimismo, se describirá el proceso principal y la secuencia de actividades que lo conforman.

2.1.2.1 Mapa de procesos

A continuación, se puede apreciar la interrelación entre los 3 tipos de procesos que conforman la empresa estudiada:

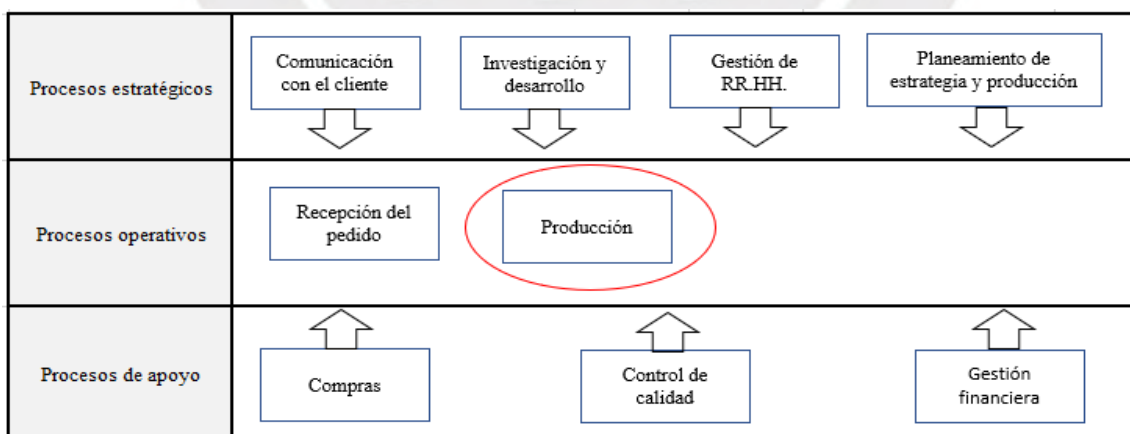


Figura 37: Mapa de procesos de la empresa

2.1.2.2. Clasificación de procesos

Según la figura N°37, los procesos estratégicos (directivos) de la empresa son los siguientes:

1. **Comunicación con el cliente:** Es el proceso por el cual se establece un acuerdo entre el cliente y la empresa para producir un bien en la planta. Existe una recepción de las especificaciones de pedido, se le brinda al cliente actualizaciones mientras se preparan los productos y también una atención postventa.
2. **Investigación y desarrollo:** Aquí cada cierta cantidad de meses se mejoran las fórmulas de los disolventes que ofrece la empresa. La reformulación tiene como objetivo disminuir costos de producción y mejorar la función de los productos.
3. **Gestión de RR.HH.:** Este proceso consiste en la contratación o despido de los trabajadores en la empresa. Además de ello, incluye la gestión de renovación de contratos con el personal y la negociación de sus remuneraciones.
4. **Planeamiento de estrategia y producción:** En este proceso se toma la decisión de cuando, cuánto, cómo y qué tipo de producto se producirá en los próximos meses.

A continuación, se describen los procesos operativos:

1. **Recepción del pedido:** Aquí los operarios encargados de la preparación de los disolventes, reciben la orden de producción con la información de la cantidad, presentación y fecha de entrega.
2. **Producción:** Abarca los procesos de recepción de materia prima, mezclado de insumos, vertimiento en galoneras, sellado y etiquetado. Aquí los operarios se encargan de seguir los pasos de acuerdo con la hoja de ruta especificada.

Por último, los procesos de apoyo o soporte son los siguientes:

1. **Compras:** Aquí se abarca la compra de los insumos necesarios para la fabricación de los disolventes como acetato de metilo, dimetil carbonato, acetona, etc. Los pedidos se realizan a proveedores recurrentes; los cuales importan las sustancias químicas del extranjero, es decir, funcionan como intermediarios. Asimismo, se compran los envases de plástico según la cantidad de producto especificado en el pedido a atender.
2. **Control de calidad:** Se realiza la inspección visual de todas las botellas de disolvente al término de la producción. Se verifica el sellado, que tengan la cantidad de líquido correcta y la etiqueta bien colocada.

3. **Gestión financiera:** Es el proceso en el cual se administran los flujos de dinero que entran o salen de la empresa, el encargado de esta función es el contador y el gerente.

2.1.2.3. Descripción del proceso principal

Producción de disolventes:

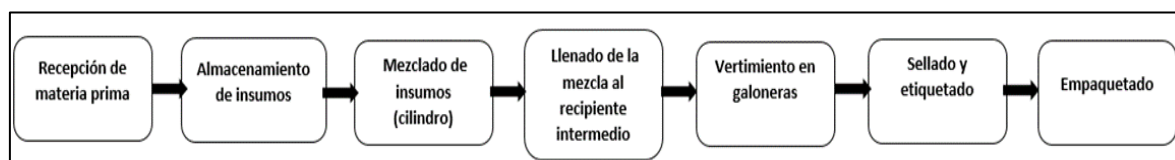


Figura 38:Diagrama de flujo del proceso principal

- **Recepción de materia prima:** Se reciben los cilindros de materia prima (bencina, acetato de metilo, metanol, etc.) en la zona de estacionamiento. El mismo proveedor se encarga de mover los cilindros hacia la zona de almacenamiento.
- **Almacenamiento de insumos:** Los insumos son guardados en un espacio determinado por la empresa, en el cual cada uno de los insumos cuenta con su propio lugar para que sea fácil de identificar por el colaborador.
- **Mezclado de insumos:** El colaborador separa diez cilindros vacíos en su área de trabajo, luego se procede a mezclar las materias primas siguiendo las medidas determinadas por el ingeniero químico para cumplir con la calidad deseada, finalmente se tiene que mover la mezcla con un palo cien veces, esto es muy importante para que pueda realizarse las reacciones químicas y de esta forma obtener el producto deseado.
- **Llenado de la mezcla al recipiente intermedio:** Para poder continuar con el proceso se cambia de recipiente a uno más pequeño, con la ayuda de una manguera se vierte la mezcla en un cilindro.
- **Vertimiento en galoneras:** Con la ayuda de un envase con medida se empieza a verter la mezcla final en las galoneras.
- **Sellado y etiquetado:** Comienza el proceso de colocación de las contratapas en las galoneras previamente llenadas. Este procedimiento se lleva a cabo con la asistencia de una vara de madera para asegurar el sellado adecuado de los envases. Posteriormente, se cierran las tapas de los recipientes y, finalmente, se procede a adherir las etiquetas correspondientes a las galoneras, las cuales son despegadas y colocadas cuidadosamente.

- **Empaquetado:** Se agrupa las galoneras en grupos de seis si el pedido es para Lima y en grupos de ocho si el pedido es para provincia, luego se envuelve con film plástico y se acomoda en la zona de producto terminado para su posterior entrega.

2.1.3 Planta

En la planta se tiene la zona de oficinas al lado de los servicios higiénicos. Además de ello, se cuenta con el área de llenado y embalado; el área de mezclado; y el área de despacho y recepción. Finalmente, se encuentran los almacenes de insumos químicos, de barriles, de equipos y de productos terminado,

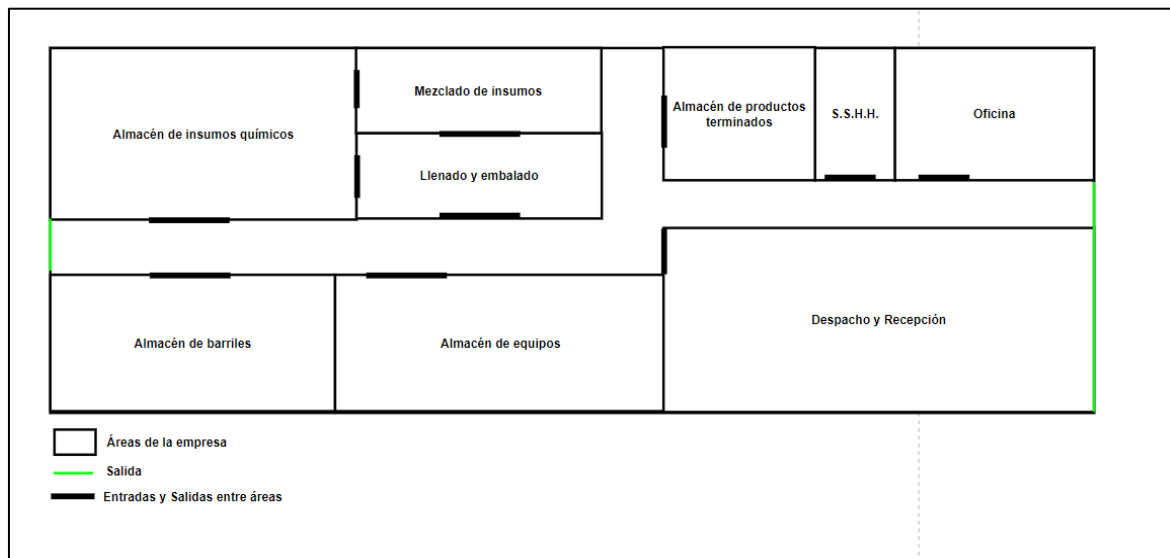


Figura 39: Distribución de la planta de la empresa

2.1.3.1 Tipo de distribución

El tipo de distribución de la planta es por lotes, la producción del disolvente comienza con el pedido de los clientes, para luego dar paso a la producción de la cantidad solicitada. Algunas características de la producción y demanda de los productos son:

- La producción se hace por lotes
- La demanda del mercado es variable a lo largo del año
- La planta solo produce bajo pedido, es decir, no fabrica unidades para tenerlas en stock
- En el caso de los insumos químicos, si existe stock para atender la demanda.

2.1.3.2 Áreas de la empresa

1. **Área de Gerencia:** Se encargan de la gestión financiera de la empresa, así como también de los recursos humanos

2. **Área de Producción:** Aquí se encargan directamente de recibir la orden de producción. Luego se planifica la estrategia y horario de trabajo para llegar a cumplir la fecha de entrega del pedido.
3. **Área de Ventas:** Se encarga de comunicarse con los clientes recurrentes y nuevos. Asimismo, concreta las ventas y se encarga de la distribución de las mismas.

2.1.3.3 Maquinaria y equipos

La empresa cuenta con los siguientes equipos:

- **Montacarga:** La empresa cuenta con un montacargas que se utiliza para trasladar los barriles llenos de sustancias químicas desde el área de recepción hasta el almacén de insumos químicos.
- **Manguera:** Es utilizada para trasladar el líquido del barril con la mezcla al recipiente intermedio, de donde posteriormente se llenarán las galoneras. Esto sucede porque se produce una diferencia de presiones entre el barril que tiene un agujero pequeño y el recipiente totalmente abierto.
- **Embudo:** El operario utiliza el embudo para llenar las galoneras de disolvente desde el recipiente intermedio. El procedimiento es llenar una jarra del disolvente y verterlo cuidadosamente dentro del embudo que se encuentra encima del frasco.

2.2 Diagnóstico de la empresa

En este apartado, se realizará el diagnóstico de la situación actual de la empresa y sus actividades, se empezará con la identificación del proceso principal; acto seguido, se describirá detalladamente las familias de productos que la empresa ofrece al público con el fin de elegir el producto estrella. A partir de ello, se elaborará el *Value Stream Mapping* (VSM) actual, lo cual permitirá tener información como el tiempo de valor agregado, el *Lead Time* y el *Takt Time*. De esa manera, se podrá determinar los problemas principales y sus causas mediante el uso de la herramienta de los 7 + 1 desperdicios y el análisis OEE. Finalmente, se propondrán mejoras en base a las herramientas de *Lean Manufacturing* e Ingeniería Industrial.

2.2.1 Selección del proceso

Para poder determinar los problemas principales de la empresa, primero se debe elegir el proceso principal. Se utilizarán los datos de la cantidad promedio de ventas mensuales del año 2019, debido a que fue el año previo a la pandemia y los datos se ajustan al funcionamiento normal de la empresa. En la siguiente tabla se muestra la cantidad de ventas para los procesos de fabricación de los siguientes productos químicos: alcohol isopropílico, preservante de madera, aguarrás mineral, bencina, y thinner.

Tabla N°5: Venta mensual promedio (2019)

PROMEDIO DE VENTAS - AÑO 2019			
Procesos	Cantidad mensual (und)	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Proceso de fabricación de thinner	9445.00	97.78%	97.78%
Proceso de fabricación de aguarras mineral	97.00	1.00%	98.79%
Proceso de fabricación de bencina	50.00	0.52%	99.31%
Proceso de fabricación de alcohol isopropílico	35.00	0.36%	99.67%
Proceso de fabricación de preservante de madera	32.00	0.33%	100.00%
Total	9659.00		

Fuente: La Empresa

En la Figura N°40, se realiza un gráfico de barras para una mejor visualización de la diferencia entre la cantidad de ventas:

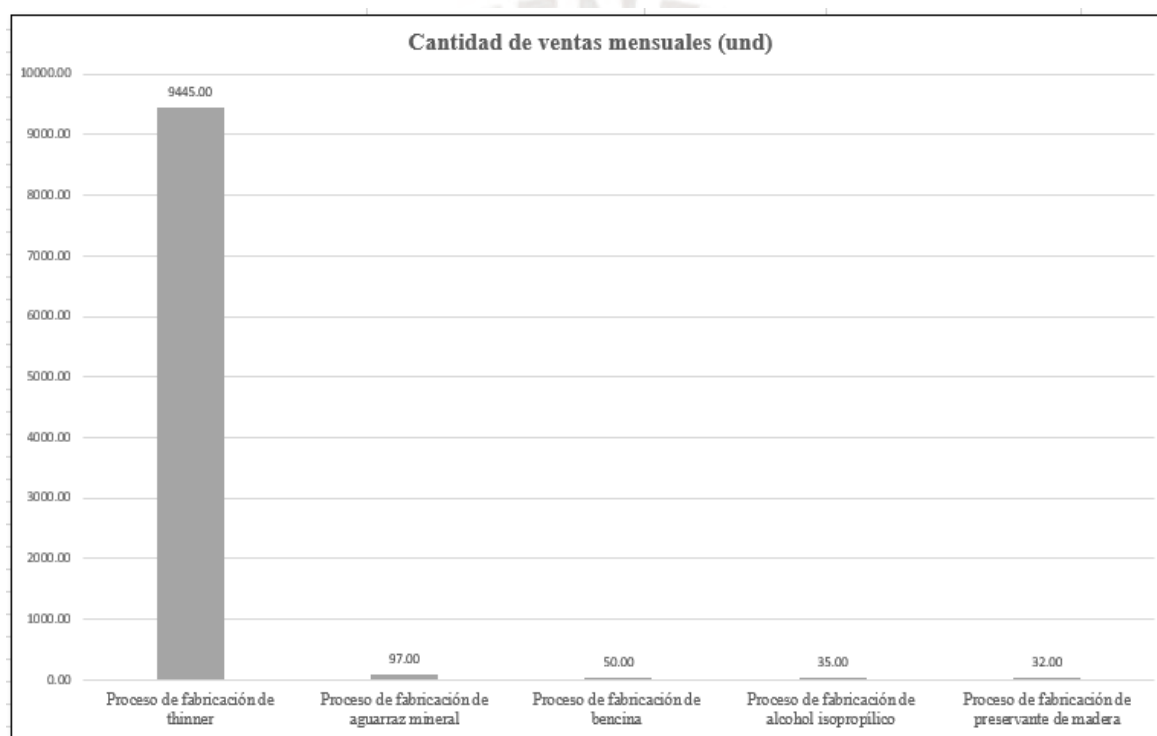


Figura 40: Venta mensual promedio (2019)

En base a la visualización de la tabla y el gráfico de barras, se puede concluir que el proceso principal es la fabricación de thinner con una venta mensual de 9,445 unidades y el 97.98% de participación en las ventas del año 2019.

2.2.2. Selección de la familia de productos

En este punto se procederá a definir las diferentes familias de productos que existen dentro del proceso de fabricación de thinner, para la elección de la familia de productos se tomará en cuenta la que tenga una mayor venta mensual promedio. A continuación; se muestra la información tanto en cantidad como

en porcentaje para el Thinner acrílico, Thinner acrílico especial, Thinner acrílico reforzado y Thinner estándar.

Tabla N°6:Venta mensual promedio (2019)

Familia de productos	Cantidad mensual (und)	Porcentaje (%)
Thinner acrílico NFSC-100	8419.00	89.14%
Thinner acrílico especial NFSC-200	880.00	9.32%
Thinner acrílico (reforzado) NFSC-100	65.00	0.69%
Thinner estándar NFSC-100	81.00	0.86%
Total	9445.00	100%

Fuente: La Empresa

Luego, se mostrará la información mediante el siguiente gráfico de barras:

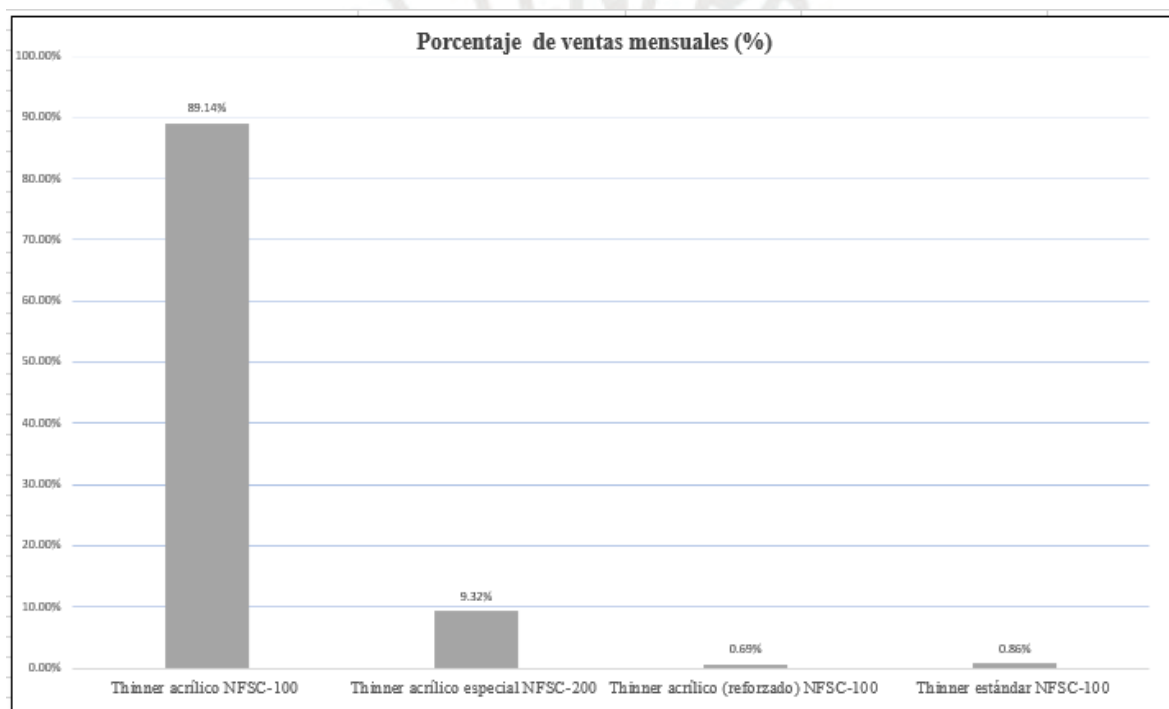


Figura 41:Porcentaje de venta mensual promedio (2019)

Finalmente, se elige la familia de productos del Thinner acrílico NFSC -100, dado que representa un porcentaje mayor de ventas para la empresa. Dentro de esta familia se encuentran las presentaciones de 2.5 L, 2.6 L, 0,9 L, 0.45 L

2.2.3. Selección del producto estrella

Para la elección del producto estrella, se mostrará a continuación el porcentaje y la cantidad de ventas mensuales para cada presentación perteneciente a la familia de productos elegida en la sección anterior.

Tabla N°7: Venta mensual promedio (2019)

Thinner acrílico NFSC-100		
Presentaciones	Cantidad mensual (und)	Porcentaje (%)
Presentación de 2.5 L	6567.00	78.00%
Presentación de 2.6 L	926.00	11.00%
Presentación de 0.900 L	547.00	6.50%
Presentación de 0.450 L	379.00	4.50%
Total	8419.00	100%

Fuente: La Empresa

Luego, para visualizar la información de manera gráfica se elabora el siguiente diagrama:

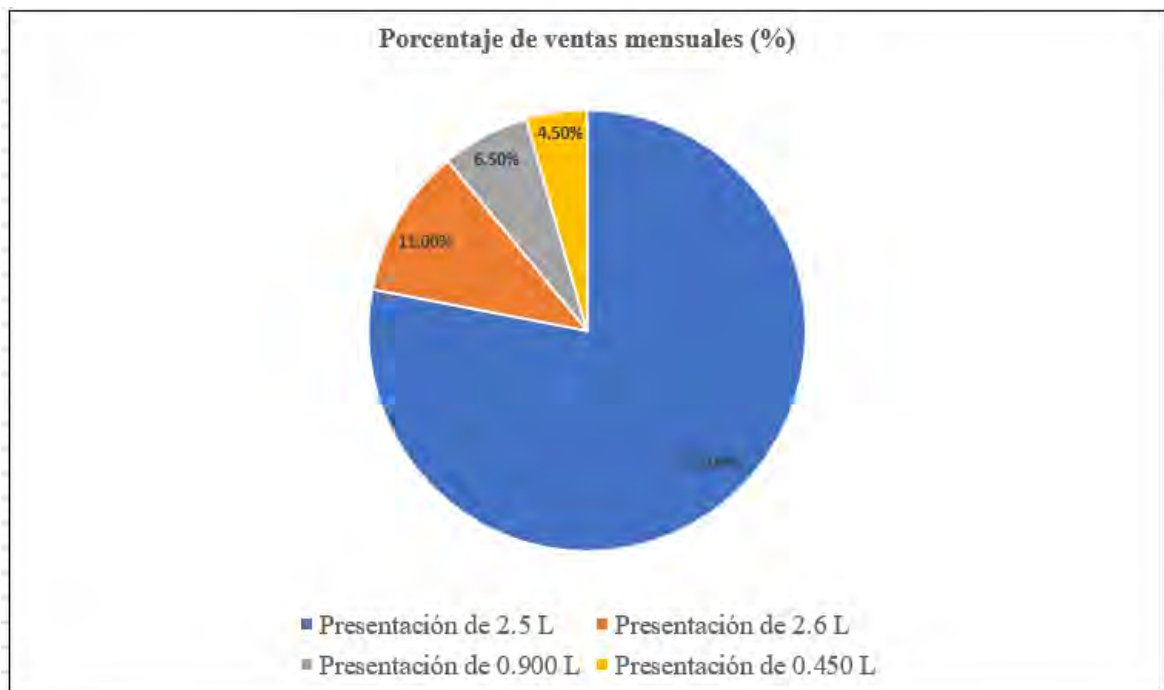


Figura 42: Porcentaje de venta mensual promedio (2019)

De la tabla y el gráfico mostrado, se puede concluir que el producto estrella es el Thinner acrílico NFSC-100 de presentación de 2.5 L, dado que representa el 78% de las ventas totales dentro de su familia.

En la siguiente sección se procederá a explicar el proceso productivo, para la elaboración del producto estrella.

2.2.4. Desarrollo de mapa de flujo de valor actual (VSM)

Se aplica el mapeo de los procesos para la producción de thinner acrílico NSFC-100 en presentación de 2.5 L. La demanda mensual es de 100 cilindros (8800 envases de 2.5 l). En la Tabla N°8, se muestra la tabla de los datos obtenidos:

Tabla N°8: Datos para el VSM

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Demanda promedio	100	cilindros/mes
Número de días por semana	6	días/semana
Número de turno por día	1	turno/día
Turno	8	h/día
Refrigerio	60	min/turno

Fuente: La Empresa

Por otro lado, la empresa brinda los datos de producción de cada proceso, para la elaboración de un cilindro de thinner acrílico NSFC-100, los cuales se detallan a continuación:

Tabla N°9: Datos de procesos

Proceso	Proceso 1	Proceso 2	Proceso 3	Proceso 4	Proceso 5
Datos	Recepción y almacenamiento de insumos	Mezclado de insumos	Vertimiento en galoneras	Sellado y etiquetado	Empaquetado
Tiempo ciclo (s)	280	3828	3120	1260	647
Tiempo de procesamiento (s)	180	3708	3000	1200	587
Tiempo de preparación (s)	100	120	120	60	60
Operarios	2	2	2	1	1
Inventario materia prima	88 galoneras	88 galoneras	88 galoneras	88 tapas, contratapas y stickers	88 galoneras empacadas

Fuente: La Empresa

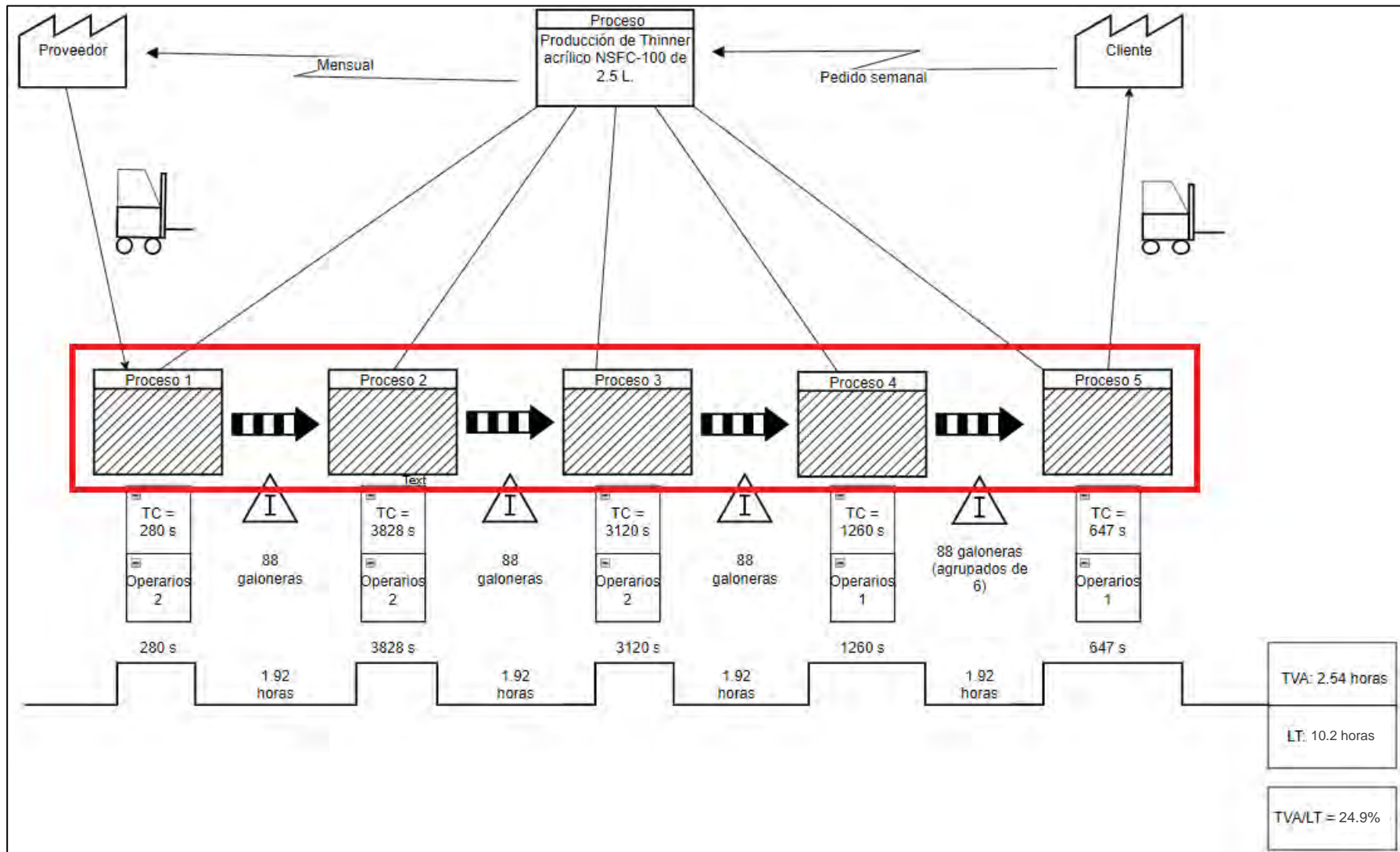


Figura 43: Diagrama de flujo de valor

Fuente: La Empresa

Utilizando esta herramienta se logra visualizar de manera detallada el proceso de producción del producto estrella. Se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones para su desarrollo:

- Se determinó la equivalencia de 1 cilindro a 88 galoneras para emplear una sola medida en el VSM.
- Los repartos por parte de la empresa son semanales, significa 25 cilindros semanales.

Comparando el Tiempo de valor agregado y el lead time se determinó un porcentaje de 24.9%, lo que significa tiempo improductivo, esto se debe a que los procesos no se encuentran optimizados y se están llevando a cabo actividades innecesarias o repetitivas que aumentan los costos y disminuyen la calidad. El objetivo principal es identificar las actividades que no generan valor y así tomar acciones para eliminarlas o reducirlas.

2.2.5. Determinación del *Takt Time*

Un concepto muy importante que es necesario desarrollar es el *Takt Time*, el cual expresa el ritmo de la demanda del cliente; relaciona la demanda del cliente con el tiempo productivo planificado y se mide en unidades de tiempo (s, min, h):

$$\textit{Tack Time} = \frac{\textit{Tiempo Planificado}}{\textit{Cantidad demandada por el cliente}}$$

A continuación, se hallará el *Takt Time* del proceso de producción de thinner comercial, se tiene en cuenta la demanda semanal de 2200 galoneras. Se realiza un solo turno de 8 h/día con un descanso por refrigerio de 60 minutos. Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se realiza el cálculo del *takt time*:

$$\begin{aligned} \textit{Tack Time} &= \frac{\left(8 \frac{h}{\textit{día}} - 1 h\right) * 6 \textit{ días} * 3600 s}{2200 \textit{ galoneras}} \\ &= \frac{151200 s}{2200 \textit{ galoneras}} = 68.73 \frac{s}{\textit{galonera}} \end{aligned}$$

Para lograr cumplir con la demanda solicitada de 2200 galoneras/semana, se necesitan aproximadamente 68.73 segundos por galón. De acuerdo a la Tabla N°9 y los tiempos de ciclo por proceso dan un total de 103.81 segundos por galón, tiempo significativamente mayor al *Takt Time*. Es por ello que realizando la comparativa entre ambos tiempos, se identifica que el proceso de producción

actual no produce al ritmo necesario para satisfacer la demanda actual de los clientes. A continuación, se muestra el diagrama de barras usando el *Takt Time* y tiempo de ciclo total de producción.

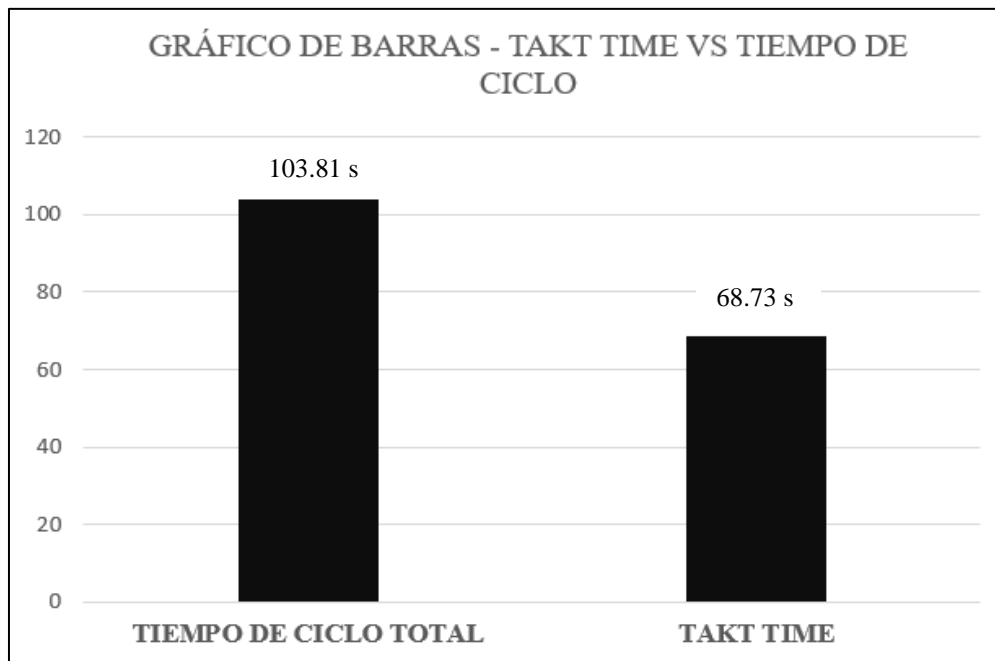


Figura 44: *Takt Time* vs tiempo de ciclo total

Posteriormente, se identifica el cuello de botella en la zona de mezclado de insumos y vertimiento en galoneras, comparando el *Takt Time* con el tiempo de ciclo de cada proceso. Se considera cuello de botella a cualquier tiempo de ciclo de operación que es mayor o cercano al *Takt Time*, en esos casos se debe buscar soluciones utilizando herramientas *Lean Manufacturing*. A continuación, se muestra a detalle el diagrama de barras usando el *Takt Time* y los tiempos de procesamiento de cada operación, donde se evidencia que el cuello de botella son los procesos de mezclado de insumos y vertimiento en galoneras.

Tabla N°10: Tiempo de procesamiento

N°	PROCESO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO	UDM
P1	Recepción y almacenamiento de insumos	3.18	s/galonera
P2	Mezclado de insumos	43.5	s/galonera
P3	Vertimiento en galoneras	34.45	s/galonera
P4	Sellado y etiquetado	14.32	s/galonera
P5	Empaquetamiento	7.35	s/galonera

Fuente: La Empresa

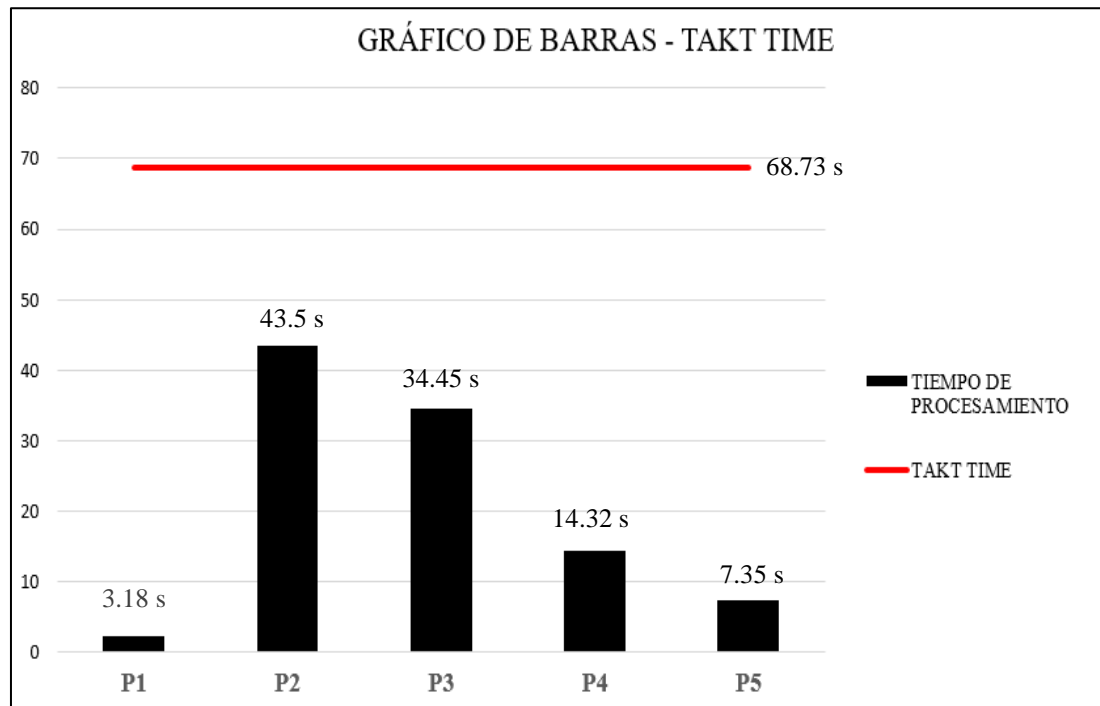


Figura 45: *Takt Time* vs tiempo de ciclo de procesos

2.2.6. Identificación de los 7+1 desperdicios

A continuación, se agrupan todos los tipos de desperdicios con sus respectivos problemas:

Tabla N° 11: Identificación de los 7+1 desperdicios |

Desperdicio	Descripción	Problema
Inventario	Exceso de materia prima almacenada por compras anticipadas a bajo precio.	Alto inventario
	El lugar donde se almacena el producto final no es el adecuado	Desorden en el almacenamiento del producto terminado
Movimiento	Exceso de movimiento al desplazar la materia prima al área de mezclado	Deficiencia ergonómica.
	Movimientos repetitivos en las actividades de sellado y etiquetado	Deficiencia ergonómica
	Movimiento inadecuado en la actividad de llenado	Deficiencia ergonómica

	Los operarios buscan sus herramientas y existe desorden en el área de trabajo	Demora en el proceso de mezclado
Reprocesamiento	Cuando se realiza la prueba de calidad mediante una vara de metal en el cilindro y no se encuentra a la altura correcta, se debe agregar más litros de materia prima	Demora en el proceso de mezclado
	Cuando se comete un error en el etiquetado o sellado, se debe reprocesar el envase.	Demora en el proceso de etiquetado
Talento Humano	Los operarios no cuentan con una capacitación adecuada en la limpieza del área de trabajo.	Disminución de la calidad del producto final
Transporte	Traslados innecesarios de materia prima hacia el área de mezclado, debido a la lejanía de las áreas.	Demoras en el traslado de materia prima

2.2.7. Métrica Lean - Análisis OEE

Para el cálculo de la disponibilidad, se empleó un turno de 8h diarias con una hora de refrigerio. También se consideró un tiempo de paradas no planificadas de 0.9 h, que se puede deber a un reprocesamiento por error del operario, falta de previsión de inventario, limpieza del área de trabajo, etc. A continuación, se muestran los cálculos detalladamente:

- Disponibilidad (D) = T disponible / T planificado

Tabla N°12: Cálculo de disponibilidad

Descripción	Cálculo	Resultado	Unidad de medida
Horas por turno		8	h
Tiempo de refrigerio		1	h
Paradas no planificadas	Error humano, falta de previsión de inventario y limpieza de lugar	0.9	h
Tiempo de operación real disponible	8-1-0.9	6.1	h
Tiempo planificado	8-1	7	h
DISPONIBILIDAD	6.10/7.00	87.14%	porcentaje

Respecto al rendimiento, los datos del tiempo de ciclo se encuentran por cada 88 galoneras, por ello se procedió a hallar los tiempos equivalentes para producir 176 galoneras por turno; finalmente, el resultado para el tiempo de funcionamiento neto es de 5.04 horas. Por otro lado, según la Tabla N°12

el tiempo de operación real disponible es de 6.10 horas. A continuación, se muestran los cálculos al detalle:

- Rendimiento (R) = T funcionamiento neto / T disponible

Tabla N°13: Cálculo de rendimiento

Descripción	Cálculo	Resultado	Unidad de medida
Tiempo funcionamiento neto	$(210+3828+3120+1260+647)*176/88/3600$	5.04	h
Tiempo operación real disponible		6.1	h
RENDIMIENTO	5.04/6.1	82.56%	porcentaje

Para el cálculo de la calidad, se promedió la cantidad de productos conformes por día del último semestre del año 2019. El resultado obtenido fue de 170 productos conformes diariamente y 6 defectuosos, los cuales son reprocesados o en su defecto desechados. Luego, tomando el dato de la cantidad total de galoneras producidas se procedió a hallar el indicador.

- Calidad (C) = Número de unidades conformes / Número de unidades totales

Tabla N°14: Cálculo de Calidad

Descripción	Cálculo	Resultado	Unidad de medida
Número de unidades conformes	170 galoneras por día	170.00	galonera
Número de unidades totales	176 galoneras por día	176.00	galonera
CALIDAD	170/176	96.6%	porcentaje

Finalmente, se obtiene como OEE el siguiente número:

- **OEE:**

Tabla N°15: Cálculo del indicador OEE

Indicadores	Porcentajes
Disponibilidad	87.14%
Rendimiento	82.56%
Calidad	96.6%
OEE	69.49%

En el cuadro resumen se observa que la efectividad global del proceso de producción es de 69.49%, valor por debajo del mínimo requerido (85%) por las empresas a nivel mundial. Asimismo, se puede notar que el valor está dentro del rango $65% < OEE < 75%$, por ello se concluye que la empresa está operando a un nivel regular y existe la posibilidad de que haya pérdidas económicas.

El rendimiento representa el 82.56% del total de la métrica, la cifra es baja respecto al 90% que se exige a las empresas de éxito; debido a la existencia de tiempos muertos y la demora ocasionado por el excesivo movimiento de los operarios, causado por la deficiente ubicación de los insumos e instrumentos a lo largo de todo el proceso de producción de thinner. Por otro lado, la calidad se encuentra en un porcentaje alto y cercano al 99% esperado, porque la cantidad de productos no conformes es mínima. Finalmente, se identificó un porcentaje bajo de disponibilidad en la planta (85.15%), el cual debe ser mejorado para poder llegar al mínimo esperado para las empresas exitosas (90%).

2.2.8. Listado de problemas

Luego de analizar los puntos anteriores en base a las herramientas de *Value Stream Mapping (VSM)*, 7 + 1 desperdicios y el Indicador Lean OEE; se procede a listar y agrupar los problemas encontrados en la empresa.

A continuación, se lista cada problema relacionado a la herramienta utilizada en su identificación y el problema principal que lo engloba:

Tabla N°16:Listado de problemas

Herramienta utilizada	Problema identificado	Problema principal
7+1 (Transporte)	<i>Layout</i> ineficiente	Deficiencias en el almacenamiento de materia prima y producto terminado
7 + 1 (Inventario)	Desorden en el almacenamiento producto terminado	
7+1 (Inventario)	Exceso de Materia prima	
VSM	El proceso de producción actual no produce al ritmo necesario para satisfacer la demanda actual de los clientes.	Bajo nivel de producción
7 + 1 (Movimiento)	Deficiencia ergonómica	
7 + 1 (Talento Humano)	Disminución de la calidad del producto final	
7 + 1 (Reprocesamiento)	Demoras en el proceso de mezclado y etiquetado	

Fuente: La Empresa

2.2.9. Identificación de causas principales

En esta sección, se procede a determinar las causas principales mediante el siguiente procedimiento:

- Primero, se realiza el diagrama de Ishikawa para cada problema principal, para determinar las causas en base a las 5 M (maquinaria, material, mano de obra, método y medida).
- Segundo, se realiza una lluvia de ideas, asignando un puntaje a cada una de las causas identificadas previamente, con el apoyo del Gerente General y de los operarios de producción. Se estableció un puntaje del 1 al 5 (de menor a mayor importancia). Luego, se procede a sumar los puntajes asignados a cada causa para ordenarlos de mayor a menor.
- Tercero, en base a los puntajes totales obtenidos se asignan porcentajes parciales y se realiza el gráfico de Pareto.



a. Deficiencias en el almacenamiento de materia prima y producto terminado.

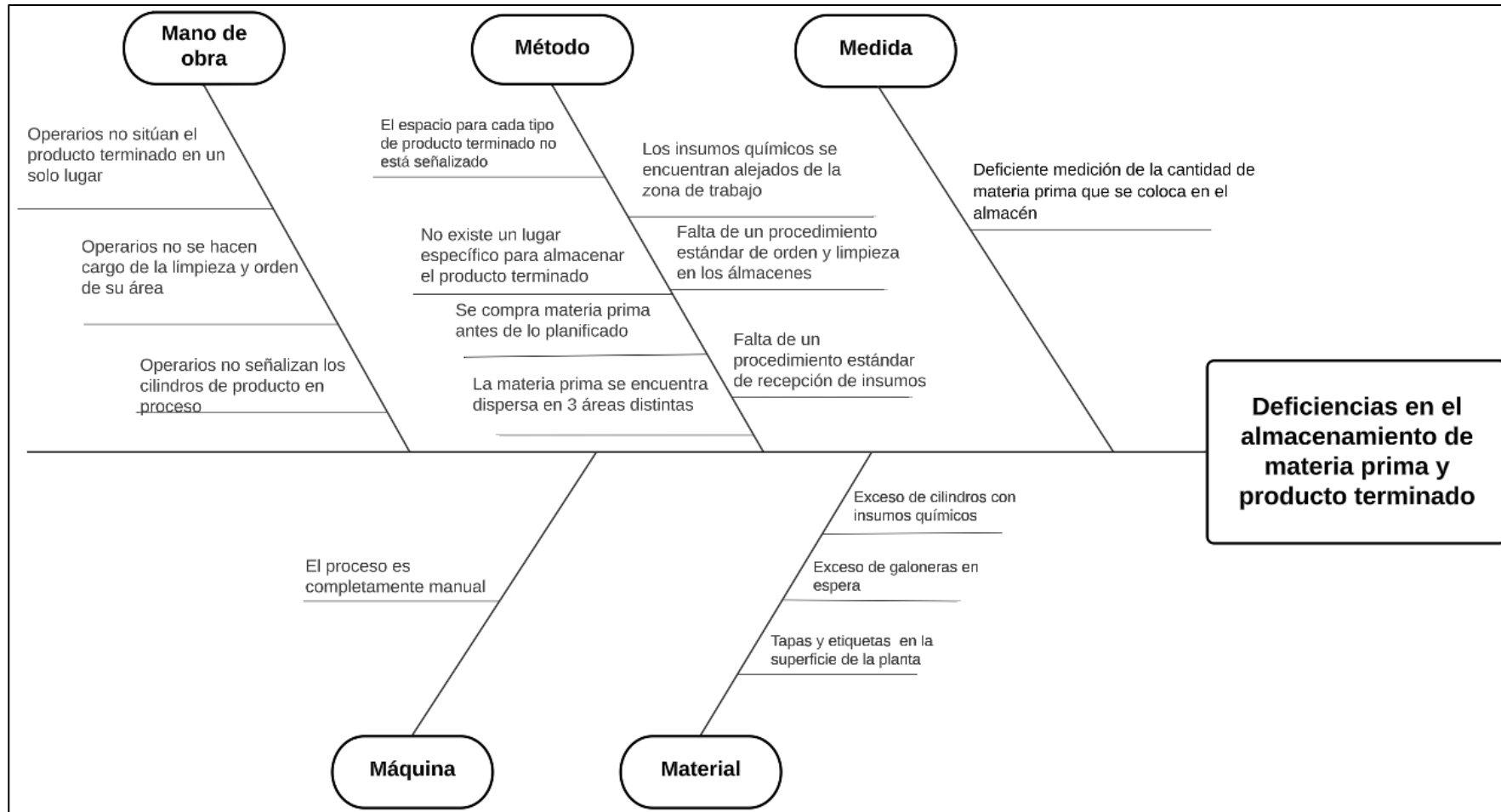


Figura 46:Diagrama de Ishikawa I

Tabla N°17:Puntaje total asignado a cada causa

Grupo	Causas identificadas	Gerente general	Operarios	Puntaje total
		Puntaje	Puntaje	
Mano de obra	Operarios no sitúan el producto terminado en un solo lugar	3	3	6
	Operarios no se hacen cargo de la limpieza y orden de su área	4	3	7
	Operarios no señalizan los cilindros de producto en proceso	4	3	7
Método	No existe un lugar específico para almacenar el producto terminado	5	4	9
	Se compra materia prima antes de lo planificado	2	3	5
	La materia prima se encuentra dispersa en 3 áreas distintas	3	4	7
	Los insumos químicos se encuentran alejados de la zona de trabajo	4	4	8
	Falta de un procedimiento estándar de orden y limpieza en los almacenes	3	3	6
	Falta de un procedimiento estándar de recepción de insumos	2	2	4
	Deficiente medición de la cantidad de materia prima que se coloca en el almacén	4	5	9
Medida	El espacio para cada tipo de producto terminado no está señalizado	3	4	7
Máquina	El proceso es completamente manual	1	2	3
Material	Exceso de cilindros con insumos químicos	3	2	5
	Exceso de galoneras en espera	4	3	7
	Tapas y etiquetas en la superficie de la planta	2	2	4

Tabla N°18: Porcentaje acumulado de las causas

Causas identificadas	Puntaje obtenido	Porcentaje	Porcentaje acumulado
No existe un lugar específico para almacenar el producto terminado	9	9.57%	9.57%
Deficiente medición de la cantidad de materia prima que se coloca en el almacén	9	9.57%	19.15%
Los insumos químicos se encuentran alejados de la zona de trabajo	8	8.51%	27.66%
Exceso de galoneras en espera	7	7.45%	35.11%
El espacio para cada tipo de producto terminado no está señalizado	7	7.45%	42.55%
La materia prima se encuentra dispersa en 3 áreas distintas	7	7.45%	50.00%
Operarios no señalizan los cilindros de producto en proceso	7	7.45%	57.45%
Operarios no se hacen cargo de la limpieza y orden de su área	7	7.45%	64.89%
Operarios no sitúan el producto terminado en un solo lugar	6	6.38%	71.28%
Falta de un procedimiento estándar de orden y limpieza en los almacenes	6	6.38%	77.66%
Se compra materia prima antes de lo planificado	5	5.32%	82.98%
Exceso de cilindros con insumos químicos	5	5.32%	88.30%
Tapas y etiquetas en la superficie de la planta	4	4.26%	92.55%
Falta de un procedimiento estándar de recepción de insumos	4	4.26%	96.81%
El proceso es completamente manual	3	3.19%	100%
Total	94	100%	---

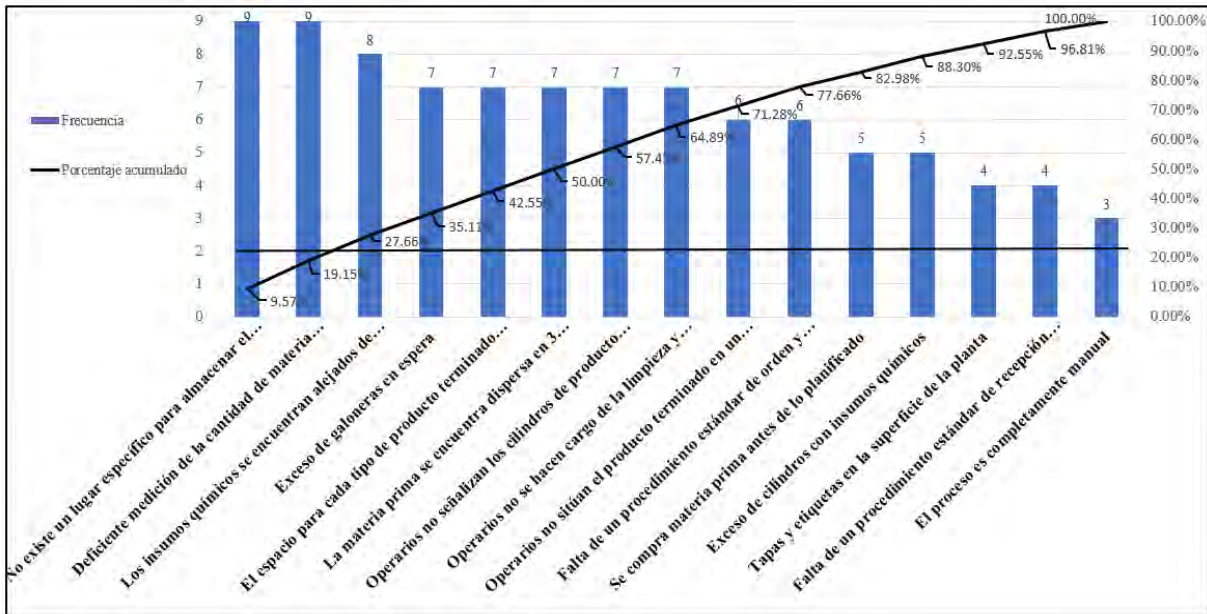


Figura 47: Diagrama de Pareto (Deficiencias en el almacenamiento de materia prima y producto terminado)

A partir del gráfico anterior, se puede concluir que las deficiencias en el almacenamiento de materia prima y producto terminado tienen como causas principales: La inexistencia de un lugar específico para almacenar el producto terminado, tener una deficiente medición de la cantidad de materia prima que se coloca en el almacén y mantener los insumos químicos alejados de la zona de trabajo.

b. Bajo nivel de producción

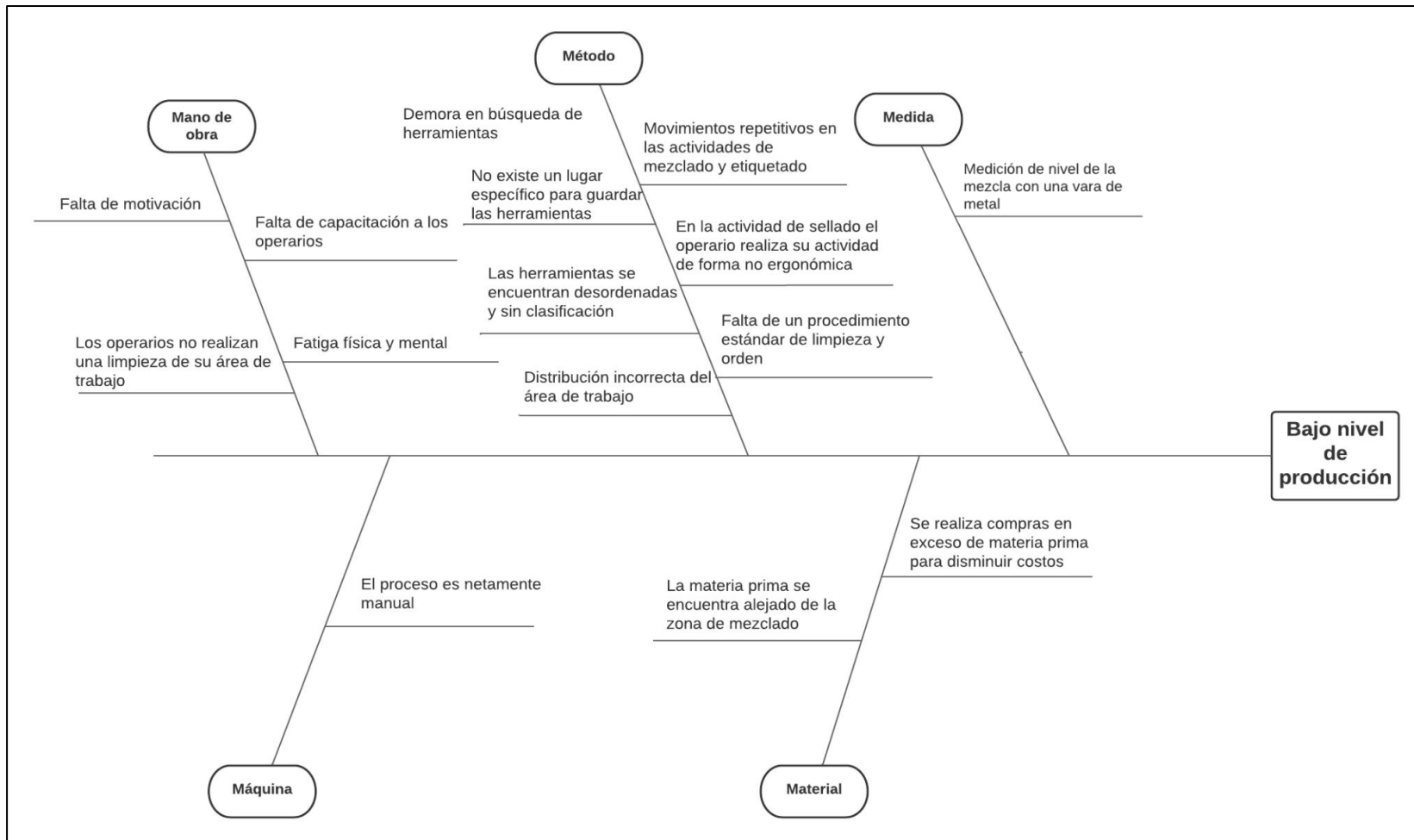


Figura 48:Diagrama de Ishikawa II

Tabla N°19:Puntaje total asignado a cada causa

Grupo	Causas identificadas	Gerente general	Operarios	Puntaje total
		Puntaje	Puntaje	
Mano de obra	Falta de capacitación a los operarios	4	3	7
	Fatiga física y mental	3	3	6
	Falta de motivación	3	3	6
	Los operarios no realizan una limpieza de su área de trabajo	4	4	8
Método	Movimientos repetitivos en las actividades de mezclado y etiquetado	5	4	9
	En la actividad de sellado el operario realiza su actividad de forma no ergonómica	5	5	10
	Falta de un procedimiento estándar de limpieza y orden	4	4	8
	No existe un lugar específico para cada herramienta	4	4	8
	Las herramientas se encuentran desordenadas y sin clasificación	4	3	7
	Demora en búsqueda de herramientas	4	3	7
	Distribución incorrecta del área de trabajo	5	5	10
Medida	Medición de nivel de la mezcla con una vara de metal	3	3	6
Máquina	El proceso es netamente manual	4	4	8
Material	Se realizan compras en exceso de materia prima para disminuir costos	4	3	7
	La materia prima se encuentra alejado de la zona de mezclado	4	4	8

Tabla N°20: Porcentaje acumulado de las causas

Causas identificadas	Puntaje obtenido	Porcentaje	Porcentaje acumulado
En la actividad de sellado el operario realiza su actividad de forma no ergonómica	10	8.55%	8.70%
Distribución incorrecta del área de trabajo	10	8.55%	17.39%
Movimientos repetitivos en las actividades de mezclado y etiquetado	9	7.69%	25.22%
Los operarios no realizan una limpieza de su área de trabajo	8	6.84%	32.17%
Falta de un procedimiento estándar de limpieza y orden	8	6.84%	39.13%
No existe un lugar específico para cada herramienta	8	6.84%	46.09%
El proceso es netamente manual	8	6.84%	53.04%
La materia prima se encuentra alejado de la zona de mezclado	8	6.84%	60%
Falta de capacitación a los operarios	7	5.98%	66.09%
Las herramientas se encuentran desordenadas y sin clasificación	7	5.98%	72.17%
Demora en búsqueda de herramientas	7	5.98%	78.26%
Se realizan compras en exceso de materia prima para disminuir costos	7	5.98%	84.35%
Medición de nivel de la mezcla con una vara de metal	6	5.22%	89.57%
Fatiga física y mental	6	5.13%	94.78%
Falta de motivación	6	5.13%	100%
Total	115	100%	--

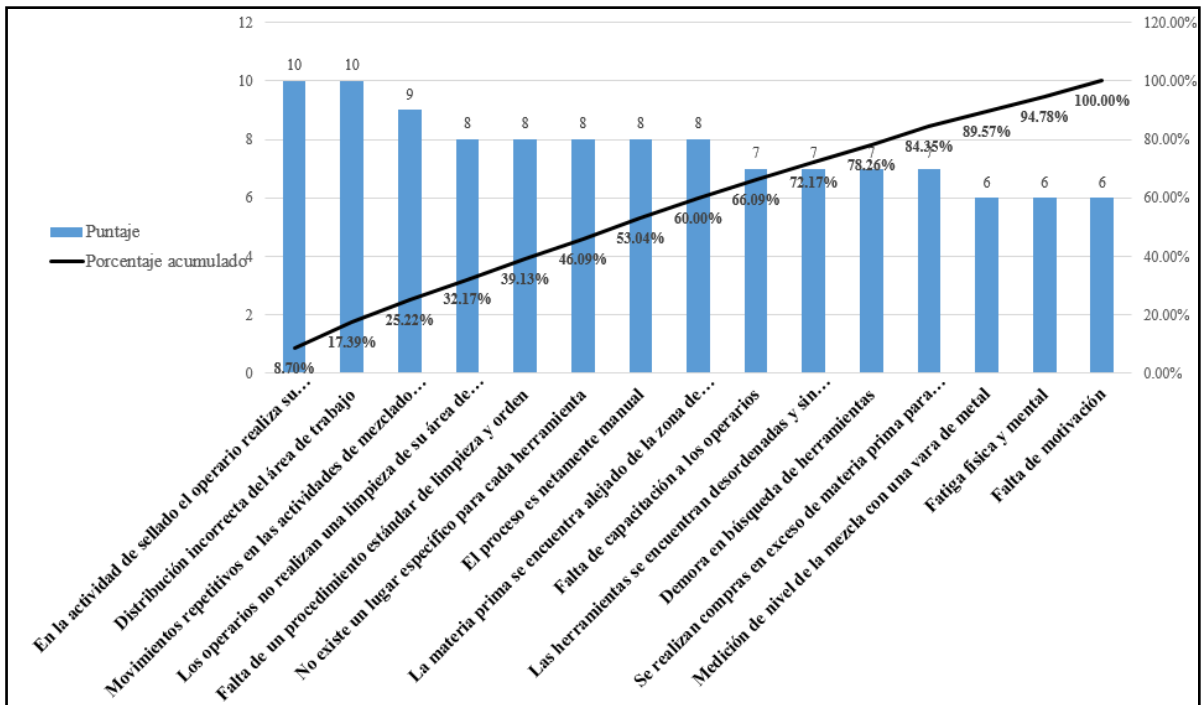


Figura 49: Diagrama de Pareto (Bajo nivel de producción)

A partir del gráfico anterior, se puede concluir que el bajo nivel de producción tiene como causas principales: En la actividad de sellado el operario realiza su actividad de forma no ergonómica, distribución incorrecta del área de trabajo y movimientos repetitivos en las actividades de mezclado y etiquetado.

2.3. Identificación de contramedidas

En la Tabla N°21, se visualiza el resumen de las causas principales de los dos problemas hallados, como también las contramedidas elegidas para cada una de ellas.

Tabla N°21:Tabla de causas y contramedidas.

Problema	Causa principal	Herramienta <i>Lean</i>	Herramientas de Ingeniería Industrial u otras contramedidas
Deficiencias en el almacenamiento de materia prima y producto terminado	No existe un lugar específico para almacenar el producto terminado	5 S	
	Fallo en el cálculo de la capacidad de los almacenes	5 S	
	Los insumos químicos se encuentran alejados de la zona de trabajo	5 S	
Bajo nivel de producción	En la actividad de sellado el operario realiza su actividad de forma no ergonómica	Estandarización	Ergonomía
	Distribución incorrecta del área de trabajo	5 S	
	Movimientos repetitivos en las actividades de mezclado y etiquetado		Ergonomía, Automatización

2.3.1. VSM con las herramientas a aplicar

En la figura N°46, se muestra el mapa del flujo de valor con las herramientas de *Lean Manufacturing* y de Ingeniería Industrial que se aplicarán:

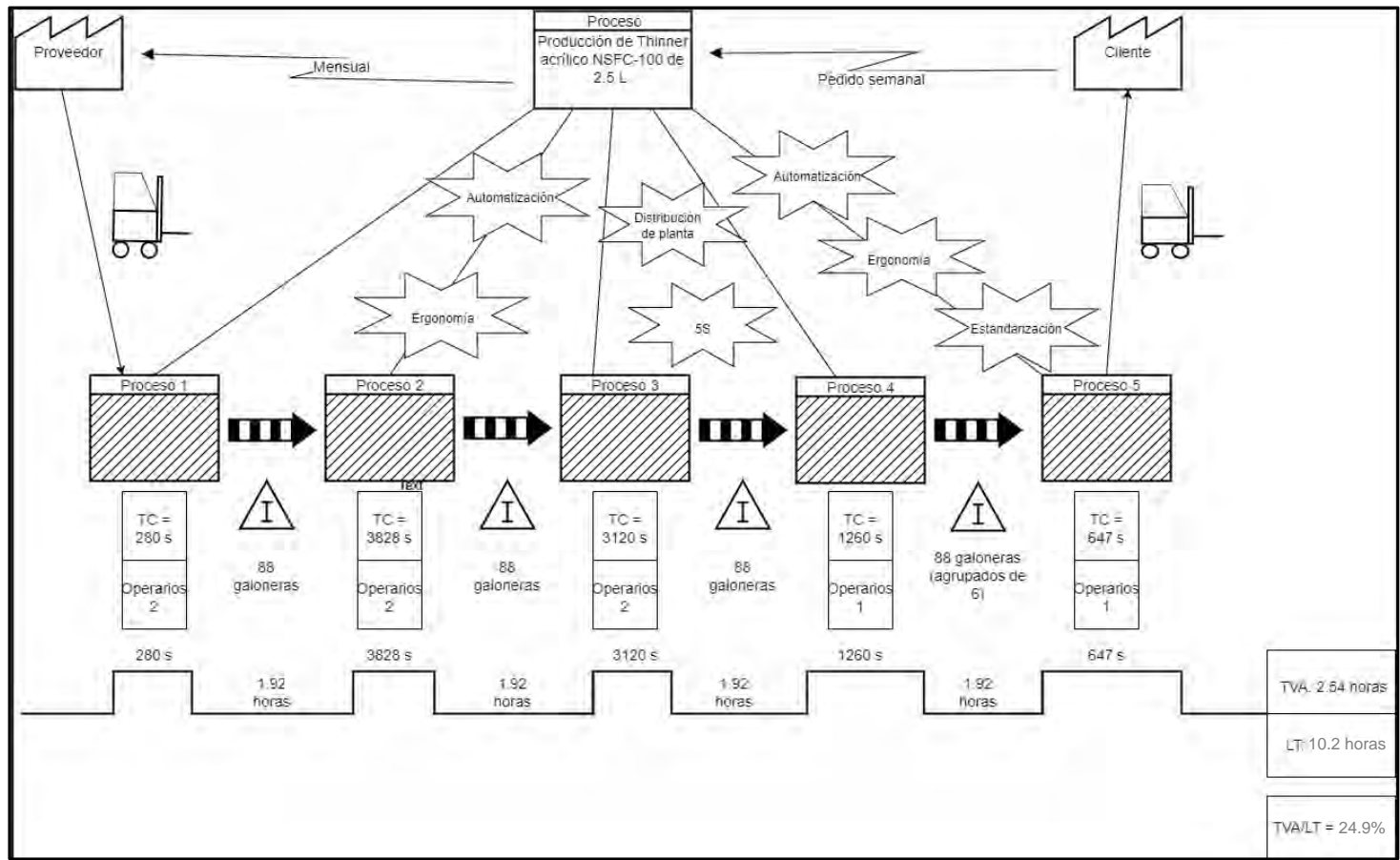


Figura 50:VSM con herramientas a aplicar

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTAS DE MEJORA

En el presente capítulo se describen de manera detallada las propuestas de mejora orientadas a solucionar las causas principales de las deficiencias detectadas en la producción del Thinner acrílico NFSC – 100 en presentación de 2.5 L. Para cada propuesta se plantean el objetivo, la metodología de implementación, el proceso de seguimiento y los beneficios esperados.

3.1 Aplicación de la metodología 5S y rediseño de la distribución en planta

Objetivo: Optimizar la disposición de las áreas de trabajo y almacenamiento, asignando un lugar específico para cada insumo, herramienta y producto terminado. Además, fomentar y consolidar una cultura organizacional basada en la clasificación, el orden, la limpieza y la autodisciplina en todos los espacios de la empresa.

Implementación:

Se constituirá un comité central denominado “5S”, responsable de supervisar y ejecutar el plan de mejora. Este comité estará conformado por el líder del proyecto (Gerente General) y los responsables de cada una de las “S”. Adicionalmente, se conformarán comités de apoyo que colaborarán con los comités principales y desempeñarán un papel clave durante todo el desarrollo del proyecto. Las funciones asignadas a cada comité serán las siguientes:

- **Comité de lanzamiento:** Encargado de comunicar a todo el personal los cambios que se implementarán en la empresa, utilizando medios como carteles, actividades conmemorativas y obsequios.
- **Comité de capacitación:** Responsable de instruir a los colaboradores sobre las tareas y responsabilidades correspondientes a cada etapa de la metodología 5S.
- **Comité de fotografía:** Documentará mediante fotografías el estado inicial, el proceso y el resultado final de cada “S”, con el propósito de conservar evidencia visual del cambio.
- **Comité de auditoría:** Velará por el cumplimiento de las actividades programadas en la implementación y realizará el seguimiento correspondiente.

En la Tabla N°22, se muestra el líder y los miembros de cada comité:

Tabla N°22:Comités de “5S”

Comité	Líder	Miembros	Cantidad total de miembros
Comité Central	Gerente General	Líderes del comité de cada "S"	6
Comité de Primera S: Clasificación	Jefe de Logística	Operario 1, Operario 2	3
Comité de Segunda S: Orden	Jefe de Logística	Operario 2, Ayudante	3
Comité de Tercera S: Limpieza	Operario 3	Chofer, Ayudante	3
Comité de Cuarta S: Salud y Seguridad	Jefe de Ventas	Operario 4	2
Comité de Quinta S: Autodisciplina	Gerente General	Operario 5	2
Comité de Lanzamiento	Jefe de Ventas	Operario 1	2
Comité de Capacitación	Jefe de logística	Operario 2, Jefe de Ventas	3
Comité de Fotografía	Operario 4	Operario 3	2
Comité de Auditoría	Gerente General	Operario 5	2

El siguiente paso será el planeamiento de las 4 etapas del proyecto “5S”. A continuación, se describirá las actividades a realizar en cada etapa:

1. **Lanzamiento y capacitación:** En esta etapa el comité de lanzamiento efectúa la publicidad de cada “S” para dar conocimiento a toda la empresa antes de la implementación de cada una. Además, el comité de capacitación se encarga de capacitar a todo el personal en cada “S” con la ayuda de formadores. Es importante controlar el cumplimiento de la programación de las actividades, los indicadores de capacitación y el progreso de las metas establecidas.
2. **Entrada en proceso de cada “S”:** Es donde se da el inicio y el fin de la implementación de cada “S”, aquí los distintos comités entregan la programación de la implementación al comité central y todo ello es consolidado en un planeamiento general. De esta forma el comité central controla el cumplimiento de la instalación de cada “S”.
3. **Auditoría de piso:** En esta etapa, el comité de auditoría desempeña sus funciones auditando a todas las áreas en las fechas establecidas en base al formato aprobado para cada “S”. Asimismo, el comité determina el nivel de puntaje mínimo para ser aprobada cada área.
4. **Auditoría de piso permanente:** El comité de auditoría permanece en actividad permanente monitoreando el cumplimiento de cada cambio para que se genere un hábito.

Con la finalidad de aprovechar el capital intelectual de los colaboradores se utilizarán lecciones de un punto (OPL) en el desarrollo del proyecto. Para ello, se organiza un concurso en la semana 4 de la implementación de cada “S” donde se elige a la mejor “OPL” para cada una de ellas, lo cual nos permite tener un elemento de capacitación estándar en el punto de trabajo.

3.1.1. Primera S: Clasificación

Objetivo: La finalidad de esta primera etapa es garantizar que cada espacio de trabajo cuente únicamente con los equipos, materiales y herramientas imprescindibles para el desarrollo de las actividades diarias, tanto en producción como en oficina. A la vez, se pretende detectar objetos obsoletos, piezas sobrantes o equipos con fallas que impidan su correcto funcionamiento.

Lema: “Si no sirve, que no estorbe”

Implementación:

Para introducir el principio de clasificación dentro de la organización, se aplicarán tres procedimientos que permitirán identificar todo aquello que no aporte valor al trabajo y definir las acciones necesarias para su retiro o disposición final. Estos procedimientos son:

- **Detección de elementos innecesarios:**

El comité de clasificación realizará inicialmente un recorrido por la zona de producción con el objetivo de ubicar herramientas o equipos que no se utilicen. Los objetos de bajo valor serán trasladados a un área destinada para su eliminación; en cambio, si se trata de maquinaria o equipo cuyo retiro requiera una decisión más compleja, se consultará previamente con el comité central antes de proceder.

Posteriormente, se intervendrá en el área administrativa, donde se descartará documentación, materiales de oficina o dispositivos tecnológicos que estén averiados o carezcan de utilidad para el funcionamiento regular de la empresa.

El esquema que presenta el criterio de clasificación a emplear para separar los elementos no necesarios en los puestos de trabajo se muestra en la Figura N°47.

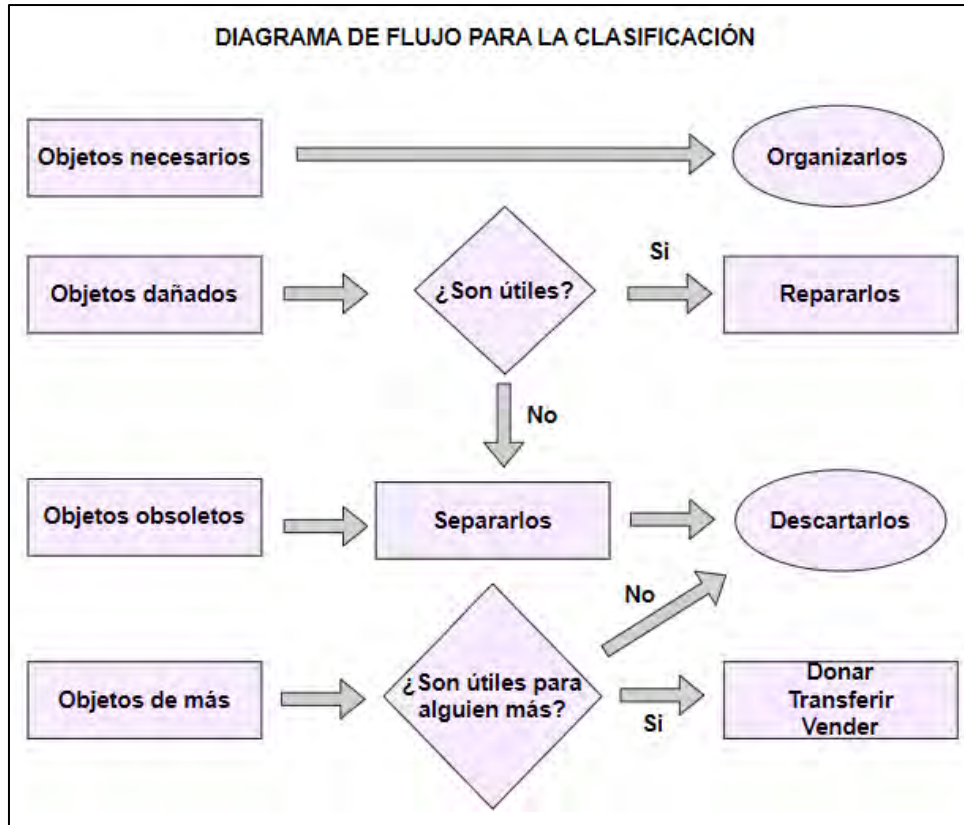


Figura 51:Diagrama de flujo para la clasificación de objetos

- **Aplicar tarjetas de color rojo:**

La colocación de tarjetas rojas es una herramienta que permite reconocer visualmente en qué lugar de trabajo existe un elemento de alto valor monetario que sea innecesario. Además, contiene información clave como el nombre del elemento, por qué se considera innecesario, el plan sugerido para su eliminación o la acción correctiva correspondiente.

El comité de clasificación se dirigirá al área de producción y al área administrativa donde identificará equipos, materiales o herramientas que se encuentren defectuosos, sean contaminantes o ya no se necesiten. Luego, se encargarán de completar la información requerida y pegar las tarjetas rojas en todos los elementos previamente identificados.

Finalmente, los objetos serán trasladados a un almacén temporal mientras el comité encargado de la primera “S” agenda una reunión con el comité central para recibir la aprobación de reparación o desecho de los mismos.

En la Figura N°52 y N°53, se muestra un ejemplo del modelo de tarjeta roja que será utilizada y la manera en que serán aplicadas en el elemento considerado como innecesario:

Tarjeta Roja		
NOMBRE DEL ARTICULO		FOLIO N° 0001
CATEGORIA	1. Maquinaria 2. Accesorios y herramientas 3. Instrumental de Medición 4. Materia Prima 5. Refacción	6. Inventario en Proceso 7. Producto Terminado 8. Equipo de Oficina 9. Librería y papelería 10. Limpieza o pesticidas
FECHA	LOCALIZACIÓN	TIPO DE COORDENADA
CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR \$
RAZÓN	1. No se necesitan 2. Defectuoso 3. No se necesita pronto 4. Material de desperdicio 5. Uso desconocido	6. Contaminante 7. Otro
Consideraciones especiales de almacenaje		
<input type="checkbox"/> Ventilación especial	<input type="checkbox"/> En camas de	
<input type="checkbox"/> Frágil	<input type="checkbox"/> Máxima altura	cajas
<input type="checkbox"/> Explosivo	<input type="checkbox"/> Ambiente a	°C
ELABORADA POR	Departamento o sección	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar 2. Vender 3. Otros 4. Mover áreas de tarjetas rojas 5. Mover otro almacén 6. Regresar proveedor int o ext	Desecho completo
FECHA DE DESECHO	Firma de autorización	Firma autorizada(s) FECHA DE DESPACHO
	Vender o tirar	

Figura 52:Modelo de tarjeta roja



Figura 53:Ejemplo de aplicación de tarjetas rojas

- **Listado de elementos innecesarios:**

En esta lista registraremos todos los elementos que fueron marcados con tarjetas rojas. Esto nos sirve para tener control y fácil acceso a la información de cada objeto. Además, permite registrar y editar las decisiones tomadas para cada uno de ellos.

En la Tabla N°23, se muestra el formato que se utilizará para el control de los elementos identificados:

Tabla N°23:Formato de control de tarjetas rojas

N°	Elemento	Cantidad	Categoría	Razón	Decisión
1	Montacargas	1 unidad	Maquinaria	Defectuoso	Desechar
2	Preservante para madera	14 galones	Producto terminado	Descontinuado	Vender
3	Envases vacíos	25 unidades	Materia prima	Defectuoso	Desechar
4	Barriles	17 unidades	Accesorio y Herramientas	Defectuoso	Desechar
5	Computadora	1 unidad	Equipo de oficina	No se necesita	Vender
6	Documentación antigua	5 archivadores	Librería y papelería	No se necesita	Desechar
7	Varilla de metal	1 unidad	Instrumental de medición	Defectuoso	Desechar
8	Envases con insumos químicos	19 galones	Inventario en Proceso	Material de desperdicio	Desechar




Para la auditoría de piso y la auditoría permanente se establece el criterio de evaluación por semanas en la Tabla N°24.

Tabla N°24:Criterio de auditorías

Semana	Criterio para puntajes	Nivel
1	< 30%	Deficiente
	[30% - 50%]	Regular
	> 50%	Bueno
2	< 40%	Deficiente
	[40% - 60%]	Regular
	> 60%	Bueno
3	< 50%	Deficiente
	[50% - 70%]	Regular
	> 70%	Bueno
4	< 60%	Deficiente
	[60% - 80%]	Regular
	> 80%	Bueno

En la Tabla N°25, se presenta la ficha de auditoría para la clasificación a partir de la semana 4 en adelante, la cual será utilizada para verificar la correcta implementación de la Primera "S".

Tabla N°25:Ficha de auditoría de clasificación

AUDITORÍA DE CLASIFICACIÓN - PRIMERA "S"			
Auditor:			
Fecha de Auditoría:			
Área de la empresa:			
PUNTAJE	5 puntos	3 puntos	0 puntos
	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Criterios			Puntaje asignado
			Observaciones
1.¿Se identificaron todos los objetos y equipos innecesarios?			
2. ¿Los elementos innecesarios fueron desechados correctamente?			
3.¿Los elementos necesarios fueron clasificados en su totalidad?			
4.¿Las tarjetas rojas fueron colocadas de manera correcta?			
5.¿Se tomaron las decisiones de desechar, donar o vender para cada elemento innecesario?			
6.¿Hay una lista de elementos innecesarios?			
7.¿Los elementos marcados con tarjeta roja fueron trasladados a un almacén temporal?			
Puntaje total obtenido			
Puntaje esperado			35.00
% de Cumplimiento			
Criterio de evaluación	< 60%	[60% - 80%]	> 80%
			
	Deficiente	Regular	Bueno



El formato de OPL que será utilizado para la primera “S” es la siguiente:

OPL - CLASIFICACIÓN	
Elaborado por: _____	
Área: _____	
Revisada por: _____	
Fecha: _____	
ANTES: 	OBJETIVO:
DESPUÉS: 	PASOS A SEGUIR:
	HERRAMIENTAS:

Figura 54:OPL de clasificación

Beneficio:

- Con la implementación del sentido de clasificación se logra liberar un espacio total de 25 m², el cual será utilizado como almacén de producto terminado de Thinner acrílico NFSC-100 de presentación de 2.5 L, ya que es el producto estrella de la empresa y se requiere espacio suficiente para la cantidad que se produce diariamente. La liberación del espacio representa un ahorro mensual de S/. 555 y un ahorro anual de S/. 6660 por concepto de alquiler de un almacén fuera de la empresa.

Tabla N°26:Ahorro por espacio disponible

Espacio a alquilar (m ²)	Costo de alquiler por m ² en el distrito (\$/m ²)	1 dólar equivale a	Ahorro económico mensual (S/.)	Ahorro económico anual (S/.)
25.00	6.00	3.70	555.00	6660.00

- Se consigue liberar totalmente el área de producción de producto terminado que interfiere con los distintos procesos.
- La venta de elementos innecesarios significa un ingreso de S/.627 para la empresa.

3.1.2. Segunda S: Orden

Objetivo: La aplicación del sentido del orden busca organizar de manera lógica y eficiente todos los elementos necesarios dentro del área de trabajo, facilitando su localización y acceso inmediato. Una ubicación adecuada no solo asegura el uso correcto de cada recurso, sino que también contribuye a su cuidado, mantenimiento y preservación. Para alcanzar estos fines, será fundamental implementar un sistema de demarcación, identificación y señalización claro y consistente.

Lema: “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”

Situación actual:

Actualmente, el producto terminado correspondiente a los distintos disolventes fabricados no cuenta con un espacio definido para su almacenamiento. En consecuencia, se encuentra disperso en diferentes sectores de la planta, lo que aumenta el riesgo de daños o pérdidas. Esta situación también dificulta el desplazamiento del personal durante sus actividades, incrementando la posibilidad de accidentes laborales y reduciendo la productividad del proceso.

En cuanto a la materia prima, al recibir insumos como envases vacíos, tapas, etiquetas o barriles de compuestos químicos, estos se ubican tanto en el almacén destinado para tal fin como en las áreas de mezclado y envasado. Esto evidencia una carencia de orden, ya que todos los materiales deberían almacenarse en un único espacio, evitando interferencias con las operaciones productivas.

Respecto a las herramientas de trabajo, estas se colocan en distintos puntos sin una zona asignada, delimitada y señalizada que facilite su rápida identificación. Una situación similar ocurre en las oficinas, donde la documentación carece de organización adecuada, lo que la expone a deterioro o pérdida.

A continuación, en las Figuras N°51, 52,53,54 y 55 se muestran ejemplos de lo mencionado líneas arriba.



Figura 55:Inexistencia de lugar asignado a producto terminado

Fuente: La empresa



Figura 56:Falta de orden en el almacenamiento de materia prima

Fuente: La empresa



Figura 57:Inexistencia de lugar demarcado y señalado para herramientas

Fuente: La empresa



Figura 58:Falta de orden en el almacén de productos

Fuente: La empresa



Figura 59:Falta de orden en la documentación de oficina

Fuente: La empresa

Implementación:

Una vez concluida la etapa de clasificación de los elementos esenciales, se procederá a asignarles un lugar definido dentro del área de trabajo. Cada herramienta o material contará con un espacio delimitado y será organizado considerando su frecuencia de uso, de manera que su acceso y devolución resulten rápidos y eficientes.




El proceso de implementación se desarrollará a través de tres acciones clave: demarcación, identificación y señalización.

- **Demarcación**

En primer lugar, dentro del área de producción se establecerán marcas y delimitaciones que indiquen la ubicación asignada para objetos, pasillos peatonales y gabinetes de herramientas. Esto permitirá contar con espacios claramente diferenciados, de fácil visibilidad y acceso, lo que reducirá el tiempo de búsqueda de herramientas y evitará que la materia prima o el producto terminado se coloque en sitios no autorizados.

A continuación, en la Tabla N°27 se muestran los parámetros para una buena demarcación.

Tabla N°27: Parámetros para el proceso de demarcación de objetos, pasillos y herramientas

Procedimiento	Parámetros	Ejemplo
Demarcación de localización	<ul style="list-style-type: none"> * Color de línea: Amarillo tráfico * Ancho de línea: 10 cm * Distancia del objeto: al borde del objeto 	
Demarcación de pasillos peatonales	<ul style="list-style-type: none"> * Color de línea: Amarillo tráfico (Interior) * Color de línea: Blanco (Exterior) * Ancho de línea: 7 cm * Distancia del objeto: Depende del área de trabajo 	
Demarcación de gabinetes de herramientas	<ul style="list-style-type: none"> * Color del gabinete: Definido por la empresa * Color del tablero de sombra: Definido por la empresa * Dimensiones del gabinete: De acuerdo a la cantidad de herramientas * Dimensiones del tablero: Depende del espacio interior. 	




- **Identificación**

Se implementará un sistema de rotulación para todos los insumos, incorporando etiquetas con información específica en las herramientas, así como datos técnicos, instrucciones de mantenimiento y medidas de seguridad en los equipos. Esto permitirá una identificación rápida de cada elemento, fomentará el uso adecuado de la maquinaria y reducirá la probabilidad de accidentes laborales. En el caso de las áreas de trabajo, se colocarán letreros visibles que sirvan como referencia visual para los operarios.

Adicionalmente, todos los insumos químicos utilizados por la empresa deberán estar identificados conforme a lo establecido en la Norma NFPA 704, la cual ofrece un método simple, reconocido y comprensible para clasificar y comunicar los riesgos de un material, así como la magnitud de dichos peligros en el contexto de una respuesta de emergencia.

En la Tabla N°28 se detallan los criterios que deberán cumplirse para una correcta identificación de elementos.

Tabla N°28:Parámetros para el proceso de identificación de áreas, insumos y equipos.

Procedimiento	Parámetros	Ejemplo
Identificación con letreros	<ul style="list-style-type: none"> * Color del letrero: Fondo amarillo tráfico * Dimensiones: Definido por la empresa * Tipo de anclaje: Pegado o sostenido por una cadena 	
Identificación: especificaciones técnicas, mantenimiento y seguridad	<ul style="list-style-type: none"> * Color de etiquetas: Fondo definido por la empresa, letras arial de 24 a 48 color negro * Forma: Variable * Dimensiones: Variable 	
Identificación de peligros en los materiales de acuerdo a la norma NFPA 704	<ul style="list-style-type: none"> * Color azul: riesgos a la salud * Color rojo: peligro de inflamabilidad * Color amarillo: riesgos por reactividad * Niveles asignados: 0 (sin peligro) - 4 (peligro máximo) 	

- **Señalización**

Será usada para instalaciones auxiliares dentro de la empresa como por ejemplo la señalización de tuberías.

A continuación, en la Tabla N° 29 se muestran los parámetros para la correcta señalización de tuberías.

Tabla N°29:Parámetros para el proceso de señalización de tuberías

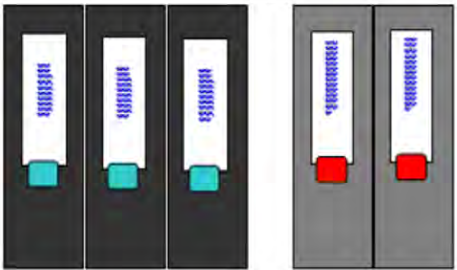
Procedimiento	Parámetros	Ejemplo
Señalización de tuberías	*Color de tuberías: Los colores se identifican según Norma Técnica Peruana (NTP) 399.012	

En segundo lugar, en el área de oficinas, se ordenarán los equipos, muebles y objetos diversos de la siguiente manera:

- Los útiles de oficina se ubicarán en los cajones y escritorios de acuerdo a su frecuencia de uso, para facilitar al personal administrativo encontrar los elementos que necesiten sin tener que buscarlos en todos los muebles.
- Los archivos físicos también se ubicarán por frecuencia de uso, se les identificará con rótulos por año, temática u otros y se agregará un índice de contenido a cada uno de ellos. De esta manera la documentación importante no estará dispersa en los escritorios y el orden de los archivos será de ayuda para las auditorías que reciba la empresa.

A continuación, en la Tabla N°30 se muestran los parámetros para la correcta identificación de archivos físicos.

Tabla N°30:Parámetros para la identificación de archivos físicos

Procedimiento	Parámetros	Ejemplo
Identificación de archivos físicos	* Color de etiquetas: Fondo blanco acompañado de una pequeña etiqueta de color cuando tiene archivadores del mismo tema * Letras: Arial, de 24 a 48, color negro * Dimensiones: En relación al tamaño del archivador	

En tercer lugar, se establecen criterios de ubicación, según la frecuencia de uso de mobiliarios, equipos, materiales, herramientas de trabajo y documentación.

Tabla N°31: Criterio de ubicación de elementos

Frecuencia de uso	Criterio de ubicación
A cada momento	Colocar junto a la persona
Varias veces al día	Colocar cerca de la persona
Varias veces a la semana	Colocar cercano al área de trabajo
Algunas veces al mes	Colocar en áreas comunes
Algunas veces al año	Colocar en bodega o archivo
Probablemente no se use	Colocar en área de archivo muerto

Tabla N°32: Ubicación de elementos

Artículos	Frecuencia	Ubicación
Insumos químicos	Varias veces a la semana	Zona de materia prima - Insumos Químicos
Tapas, etiquetas y envases de plástico	Varias veces a la semana	Almacén de materia prima
Herramientas	Varias veces al día	Tablero de sombras Estante de herramientas
Documentación	Varias veces al mes	Estante archivador
Elementos de limpieza	Varias veces al día	Colgador o soporte al lado de zona de producción
Barriles vacíos	Varias veces al mes	Almacén materia prima
EPP'S	Varias veces al día	Soporte para colgar EPP's

Para garantizar un almacenamiento apropiado de los residuos sólidos, se emplearán contenedores diferenciados por colores, siguiendo las directrices de la Norma Técnica Peruana 900.058-2019. Esta medida contribuirá no solo a conservar el orden y la limpieza en las instalaciones, sino también a asegurar una adecuada segregación de los desechos, proyectando a la empresa como una organización comprometida con la protección del medio ambiente.

En la Figura N°59 se presenta el esquema de colores establecido por la NTP 900.058-2019.

TIPO DEL RESIDUO	COLOR DEL RECIPIENTE
METALES	
PAPEL Y CARTON	
PLÁSTICO	
RESIDUOS ORGÁNICOS	
VIDRIO	
RESIDUOS PELIGROSOS (*)	
RESIDUOS NO REAPROVECHABLES (**)	

Figura 60: Código de colores para clasificación de residuos sólidos

Fuente: Ministerio del Ambiente (2019)




Para la auditoría de piso y la auditoría permanente se establece el siguiente criterio de evaluación por semanas:

Tabla N°33: Criterio de auditorías

Semana	Criterio para puntajes	Nivel
1	< 30%	Deficiente
	[30% - 50%]	Regular
	> 50%	Bueno
2	< 40%	Deficiente
	[40% - 60%]	Regular
	> 60%	Bueno
3	< 50%	Deficiente
	[50% - 70%]	Regular
	> 70%	Bueno
4	< 60%	Deficiente
	[60% - 80%]	Regular
	> 80%	Bueno

En la Tabla N° 34, se presenta la ficha de auditoría para el orden a partir de la semana 4 en adelante, la cual será utilizada para verificar la correcta implementación de la Segunda "S".

Tabla N°34:Ficha de auditoría de orden

AUDITORÍA DE ORDEN - SEGUNDA "S"			
Auditor:			
Fecha de Auditoría:			
Área de la empresa:			
PUNTAJE	5 puntos	3 puntos	0 puntos
	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Criterios			Puntaje asignado
Observaciones			
1. ¿ Los equipos y materiales están en sitios accesibles y tienen demarcación de localización?			
2. ¿Las herramientas se encuentran ordenadas en un tablero de sombra y en un estante?			
3.¿Todas las áreas de la empresa están identificadas con letreros?			
4. ¿Los insumos químicos tienen la etiqueta de identificación de peligros?			
5.¿La documentación de oficina esta correctamente ordenada con etiquetas, archivadores y en estantes?			
6. ¿La ubicación de los elementos corresponde con su frecuencia de uso?			
7. ¿El puesto de trabajo y los pasillos están claramente demarcados con el color adecuado, líneas continuas y ángulo recto?			
Puntaje total obtenido			
Puntaje esperado			35.00
% de Cumplimiento			
Criterio de evaluación	< 60%	[60% - 80%]	> 80%
			
	Deficiente	Regular	Bueno

El formato de OPL que será utilizado para la segunda “S” es el siguiente:

OPL - ORDEN	
Elaborado por: _____ Área: _____ Revisada por: _____ Fecha: _____	
ANTES: 	OBJETIVO: <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div>
DESPUÉS 	PASOS A SEGUIR: <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div>
	HERRAMIENTAS: <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div>

Figura 61:OPL de orden

Beneficio:

- El comité de clasificación realizará inicialmente un recorrido por la zona de producción con el objetivo de ubicar herramientas o equipos que no se utilicen. Los objetos de bajo valor serán trasladados a un área destinada para su eliminación; en cambio, si se trata de maquinaria o equipo cuyo retiro requiera una decisión más compleja, se consultará previamente con el comité central antes de proceder.
- El comité de clasificación realizará inicialmente un recorrido por la zona de producción con el objetivo de ubicar herramientas o equipos que no se utilicen. Los objetos de bajo valor serán trasladados a un área destinada para su eliminación; en cambio, si se trata de maquinaria o equipo cuyo retiro requiera una decisión más compleja, se consultará previamente con el comité central antes de proceder.

3.1.3. Tercera S: Limpieza

Objetivo: Detectar las fuentes que generan suciedad y contaminación dentro de la empresa, con el fin de aplicar medidas que las eliminen desde su origen. Además, se busca integrar la limpieza como parte de las actividades diarias, asegurando que todos los elementos y áreas de trabajo se mantengan en condiciones óptimas y libres de impurezas.

Lema: “Convirtamos la limpieza en una forma de inspección”

Situación actual:

En la actualidad, se observa que los barriles con insumos químicos, la materia prima, las herramientas y el producto terminado presentan acumulación de polvo, debido a la ausencia de estándares de limpieza y a la falta de un plan de acción periódico, ya sea diario o mensual. Esto evidencia que la limpieza no es considerada una tarea prioritaria en la rutina laboral, lo que repercute negativamente en la imagen y condiciones de las instalaciones.

Asimismo, las paredes de los almacenes, del área de producción y de la zona de recepción de insumos no cuentan con tarrajeo ni pintura, lo que dificulta su adecuada limpieza. En cuanto a los pisos, estos presentan polvo y suciedad acumulada, lo que puede representar un riesgo para la salud de los trabajadores.



Figura 62:Falta de limpieza en suelo y estante

Fuente: La empresa



Figura 63:Falta de limpieza en las superficies

Fuente: La empresa

Implementación:

Para llevar a cabo de manera efectiva la tercera “S” dentro de la empresa, se desarrollarán seis etapas principales::

- **Paso 1: Limpieza Profunda**

En esta primera fase participará todo el personal de la organización, realizando una limpieza exhaustiva de las áreas de trabajo, maquinaria, equipos, mobiliario y archivos. El responsable del comité de limpieza organizará a los colaboradores en grupos, asignando a cada uno la atención de elementos, zonas o espacios comunes específicos, como los pasillos, con el propósito de dejar las instalaciones en óptimas condiciones. La participación de todos busca generar compromiso y motivación frente al cambio que se implementará.

Posteriormente, se gestionará con el Gerente General la adquisición de insumos, herramientas y utensilios necesarios para las labores de limpieza. Dado que las paredes no se encuentran en condiciones adecuadas para una limpieza profunda, se procederá primero con el tarrajeo y pintado, tareas que serán ejecutadas por personal especializado. Solo después de esta mejora estructural se pondrá en marcha el plan de limpieza establecido.

Cuando se termine la limpieza profunda, esta se tomará como estándar de la forma en cómo deben estar las instalaciones de forma permanente. En caso no se pueda limpiar profundamente una máquina que requiera tratamiento especial, se hará de acuerdo a un programa que será coordinado con el líder del comité de limpieza. Cabe destacar que la limpieza profunda se realizará 2 veces al año en la empresa en un lapso de 12 horas cada una.

- **Paso 2: Planificar el mantenimiento de la limpieza**

Una vez culminada la limpieza profunda, se ubicarán todos los focos que generen suciedad en la empresa y se tomarán las medidas correctivas correspondientes. Además, para mantener las instalaciones impecables en forma permanente se realizará el plan de limpieza, donde el líder del comité de la tercera “S” debe especificar el área a limpiar, los útiles de limpieza que se requieren mensualmente, la frecuencia de limpieza, el tiempo de ejecución y el responsable de la actividad.

A continuación, desde la Tabla N° 35 a la Tabla N°42 se mostrará el plan de limpieza para cada área de la empresa.

Tabla N°35:Plan de limpieza de área de mezclado

Área	Actividad	Útiles de limpieza	Tiempo (min)	Frecuencia de limpieza	Persona a cargo
Área de mezclado de insumos	Limpieza antes de encender la máquina	Waype, agua y solución limpiadora	10	Diaria	Operario 2
	Limpieza de restos de insumos químico en la máquina al finalizar el día.	Waype, solución limpiadora y aspirador industrial	10	Diaria	Operario 2
	Limpieza del área de trabajo al finalizar el turno	Escoba, recogedor, trapeador, agua, y paños	12	Diaria	Operario 2
	Limpieza de estantes y herramientas	Paños, agua, solución limpiadora y waypes	15	Semanal	Operario 2, 3 y 4

Tabla N°36:Plan de limpieza de área de llenado y embalado

Área	Actividad	Útiles de limpieza	Tiempo (min)	Frecuencia de limpieza	Persona a cargo
Área de llenado y embalado	Limpieza antes de encender la máquina	Waype, agua y solución limpiadora	10	Diaria	Operario 3 y Operario 4
	Limpieza de restos de insumos químico y acumulamiento de rebabas en la máquina al finalizar el día.	Escoba, recogedor, waypes, solución limpiadora y aspirador industrial	10	Diaria	Operario 3 y Operario 4
	Limpieza del área de trabajo al finalizar el turno	Escoba, recogedor, trapeador, agua, y paños	12	Diaria	Operario 3 y Operario 4

Tabla N°37:Plan de limpieza de área de despacho y recepción

Área	Actividad	Útiles de limpieza	Tiempo (min)	Frecuencia de limpieza	Persona a cargo
Área de despacho y recepción	Limpieza del área de trabajo al iniciar el turno	Escoba, recogedor, trapeador, agua, y paños	15	Diaria	Operario 1 y Operario 5
	Limpieza de montacargas al iniciar el turno	Waype, agua y solución limpiadora	12	Diaria	Operario 1 y Operario 5
	Limpieza del área de trabajo al finalizar el turno	Escoba, recogedor, trapeador, agua y paños	10	Diaria	Operario 1 y Operario 5
	Limpieza de barriles vacíos	Waype, agua y solución limpiadora	10	Diaria	Operario 1 y Operario 5

Tabla N°38:Plan de limpieza de almacén de barriles

Área	Actividad	Útiles de limpieza	Tiempo (min)	Frecuencia de limpieza	Persona a cargo
Almacén de barriles con insumos químicos	Limpieza de área demarcada para barriles	Escoba, recogedor, trapeador, agua y paños	15	Semanal	Operario 1
	Limpieza del exterior de los barriles	Waype, agua y solución limpiadora	15	Semanal	Operario 1

Tabla N°39:Plan de limpieza de almacén de materia prima

Área	Actividad	Útiles de limpieza	Tiempo (min)	Frecuencia de limpieza	Persona a cargo
Almacén de materia prima (envases y etiquetas)	Limpieza de paredes	Paños, agua, waypes y escalera	15	Semanal	Operario 2
	Limpieza de estantes y productos	Waype, agua y solución limpiadora	15	Semanal	Operario 3
	Limpieza del suelo al final del turno de trabajo	Escoba, recogedor, trapeador, agua, y paños	10	Diario	Operario 4

Tabla N°40:Plan de limpieza de almacén de producto terminado

Área	Actividad	Útiles de limpieza	Tiempo (min)	Frecuencia de limpieza	Persona a cargo
Almacén de producto terminado	Limpieza de paredes	Paños, agua, waypes y escalera	15	Semanal	Operario 4
	Limpieza de estantes y productos	Waype, agua y solución limpiadora	15	Semanal	Operario 5
	Limpieza del suelo al final del turno de trabajo	Escoba, recogedor, trapeador, agua, y paños	10	Diario	Operario 2

Tabla N°41:Plan de limpieza de área de oficinas

Área	Actividad	Útiles de limpieza	Tiempo (min)	Frecuencia de limpieza	Persona a cargo
Área de oficinas	Limpieza del suelo al final del turno de trabajo	Escoba, recogedor, trapeador, agua, y paños	10	Diario	Operario de distribución
	Limpieza de escritorios el inicio del turno de trabajo	Paños, agua y solución limpiadora	10	Diario	Operario de logística, operario de ventas y Gerente
	Limpieza de escritorios al final del turno de trabajo	Paños, agua y solución limpiadora	10	Diario	Operario de logística, operario de ventas y Gerente
	Limpieza de estantes y archivadores	Paños, agua y solución limpiadora	15	Semanal	Operario de logística, operario de ventas y Gerente
	Limpieza de equipos de oficina	Paños, agua y solución limpiadora	15	Semanal	Operario de logística, operario de ventas y Gerente

Tabla N°42: Plan de limpieza de áreas comunes

Área	Actividad	Útiles de limpieza	Tiempo (min)	Frecuencia de limpieza	Persona a cargo
Áreas comunes	Limpieza de soporte para EPP's	Paños, agua, solución limpiadora y waypes	10	Semanal	Operario 2
	Limpieza de paredes	Paños, agua, waypes y escalera	15	Mensual	Operario 3 y 4
	Limpieza de techo	Paños, agua, waypes y escalera	15	Mensual	Operario 5
	Limpieza de los pasillos	Escoba, recogedor, trapeador, agua, y paños	15	Diario	Operario 1 y 2
	Limpieza de servicios higiénicos al iniciar el turno	Escoba, recogedor, trapeador, agua, y paños	10	Diario	Operario de distribución

- **Paso 3: Preparación del manual de limpieza**

Para formalizar la limpieza se realizará un manual que contendrá la información de los objetivos de la limpieza, los materiales a utilizar, precauciones de seguridad para las actividades, consideraciones antes de iniciar y al finalizar las labores de limpieza.

A continuación, en la Tabla N°43 se muestra el modelo del manual de limpieza que se utilizará para las instalaciones de la empresa.

Tabla N°43:Manual de limpieza

Manual de limpieza
<p>Objetivo de la limpieza:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elimina el polvo y la suciedad de todos los elementos de la empresa. - Identificar y anular fuentes de suciedad y contaminación. - Satisfacción de nuestros colaboradores que tendrán un ambiente más agradable para trabajar. - Favorecer el buen funcionamiento de los equipos. - Producir artículos de calidad.
<p>Materiales a utilizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Paños/trapos/ waypes/ recogedor/escoba/escalera/trapeador. - Solución limpiadora/detergente/desinfectante/agua. - Aspirador industrial. - Guantes de caucho sintético.
<p>Antes de iniciar las labores de limpieza, el operario debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lavarse las manos con jabón antibacterial. - Recogerse el cabello. - Quitarse todos los accesorios como relojes, pulseras, anillos y aretes. - Ponerse guantes de gaucho sintético. - Ponerse gorro de limpieza. - Colocarse zapatos y uniforme de seguridad. - Ubicar los elementos de limpieza cerca al elemento o lugar a limpiar.
<p>Precauciones de seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colocar el aviso de piso mojado cuando sea necesario. - No tocar ningún objeto sin tener los guantes puestos. - De ser necesario el uso de escaleras, el operario tendrá que colocarse un casco de seguridad.
<p>Al culminar la limpieza el operario debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regresar los materiales de limpieza utilizados a su respectivo lugar - Desechar de manera correcta los waypes utilizados. - Enjuagar los paños para poder reutilizarlos.

- **Paso 4: Programa de perpetuidad**

El Paso 4 tiene como finalidad lograr la permanencia de la limpieza en el tiempo y mantener todo lo logrado en los pasos anteriores mediante un Programa Continuo, el cual será elaborado por el líder de cada área y su equipo de trabajo.

Tabla N°44: Programa continuo de limpieza

Fecha	Elemento	Tipo de limpieza (interna o externa)	Anormalidad asociada	Persona a cargo	Tiempo de limpieza (min/operario)	Útiles de limpieza	Frecuencia de actividad

- **Paso 5: Programa diario de limpieza**

El programa diario deberá colocarse en un punto visible y de fácil acceso, de manera que los responsables puedan registrar su firma al momento de verificar la ejecución de las tareas asignadas. Esto permitirá contar con un registro histórico del cumplimiento de las actividades por parte de cada colaborador y, a su vez, obtener indicadores clave sobre el rendimiento general de la empresa en materia de limpieza.

De acuerdo con las tareas definidas en el Plan de Limpieza del Paso 2, se identificarán aquellas de frecuencia diaria para incorporarlas en un programa diario estructurado en formato de lista de verificación (checklist).

Tabla N°45: Programa diario en formato *checklist*

Área	Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Área de mezclado de insumos	Limpieza de máquinas antes de encenderlas						
	Limpieza de máquinas al final del turno						
	Limpieza del área de trabajo al finalizar el turno						
Área de llenado y embalado	Limpieza de máquinas antes de encenderlas						
	Limpieza de máquinas al final del turno						
	Limpieza del área de trabajo al finalizar el turno						
Área de despacho y recepción	Limpieza del área de trabajo al iniciar el turno						
	Limpieza de montacargas al iniciar turno						
	Limpieza del área de trabajo al finalizar turno						
	Limpieza de barriles vacíos						
Almacén de materia prima	Limpieza del área de trabajo al finalizar el turno						
Almacén de producto terminado	Limpieza del área de trabajo al finalizar el turno						
Área de oficinas	Limpieza del área de trabajo al finalizar el turno						
	Limpieza del área de trabajo al iniciar el turno						
Áreas comunes	Limpieza de los pasillos						
	Limpieza de servicios higiénicos al iniciar turno						

Además, para tener un registro de la fecha, hora y del operario que realizó la actividad de limpieza se elabora un formato de conformidad. Luego de que el operario registra su cumplimiento, el supervisor debe verificar la correcta ejecución de actividades y dar el visto bueno con su firma.

En la Tabla N°46, se muestra el modelo de formato de conformidad a usar para el control diario.

Tabla N°46: Formato de conformidad de limpieza diaria

Fecha	Hora	Área	Nombre del operario	Firma del operario	Nombre del supervisor	Firma del supervisor

- **Paso 6: Programa de control con lista de chequeo**

Para garantizar el cumplimiento del Programa Continuo, el líder del área verificará con una frecuencia semanal el estado de limpieza de las instalaciones, mediante una lista de chequeo elaborada conjuntamente con su equipo de trabajo.

En la Tabla N°45 se muestra el *checklist* que se utilizará para verificar la limpieza semanalmente.

Tabla N°47: *Checklist* de Limpieza

Mes:				
Área:				
Supervisor de área:				
Aspecto	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Piso limpio	√			
Paredes limpias	√			
Máquinas libres de polvo y residuos	√			
Techo limpio	x			
Área de trabajo impecable	x			
Estante de herramientas limpio	√			
Superficies de objetos limpias	x			
Observaciones				
Firma del supervisor				
Fecha de verificación (DD/MM/AA)				




Para la auditoría de piso y la auditoría permanente se establece el siguiente criterio de evaluación por semanas:

Tabla N°48: Criterio de auditorías

Semana	Criterio para puntajes	Nivel
1	< 30%	Deficiente
	[30% - 50%]	Regular
	> 50%	Bueno
2	< 40%	Deficiente
	[40% - 60%]	Regular
	> 60%	Bueno
3	< 50%	Deficiente
	[50% - 70%]	Regular
	> 70%	Bueno
4	< 60%	Deficiente
	[60% - 80%]	Regular
	> 80%	Bueno

En la Tabla N° 49, se presenta la ficha de auditoría para la limpieza a partir de la semana 4 en adelante, la cual será utilizada para verificar la correcta implementación de la Tercera “S”.

Tabla N°49:Ficha de auditoría de limpieza

AUDITORÍA DE LIMPIEZA - TERCERA "S"			
Auditor:			
Fecha de Auditoría:			
Área de la empresa:			
PUNTAJE	5 puntos	3 puntos	0 puntos
	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Crterios	Puntaje asignado	Observaciones	
1. ¿Se realizó correctamente la limpieza profunda en toda la empresa?			
2. ¿Se realizó un plan de limpieza detallado con actividades, útiles de limpieza, frecuencia y responsables?			
3. ¿Se tiene un manual de limpieza para la ejecución de las actividades?			
4. ¿Las precauciones de seguridad se especifican en el manual de limpieza?			
5. ¿Hay un programa continuo para mantener la limpieza en el tiempo?			
6. ¿Hay un <i>checklist</i> diario de limpieza para todas las áreas?			
7. ¿Se tiene un <i>checklist</i> semanal de limpieza que verifique el cumplimiento continuo de las actividades?			
Puntaje total obtenido			
Puntaje esperado		35.00	
% de Cumplimiento			
Criterio de evaluación	< 60%	[60% - 80%]	> 80%
			
	Deficiente	Regular	Bueno

El formato de OPL que será utilizado para la tercera “S” es la siguiente:

OPL - LIMPIEZA	
Elaborado por: _____ Área: _____ Revisada por: _____ Fecha: _____	
ANTES:  <p style="font-size: small; text-align: right; margin-right: 5px;">Antes</p>	OBJETIVO: <div style="border: 1px solid black; height: 50px; margin-top: 5px;"></div>
DESPUÉS  <p style="font-size: small; text-align: right; margin-right: 5px;">Después</p>	PASOS A SEGUIR: <div style="border: 1px solid black; height: 50px; margin-top: 5px;"></div>
	HERRAMIENTAS: <div style="border: 1px solid black; height: 50px; margin-top: 5px;"></div>

Figura 64:OPL para la limpieza

Beneficio:

El beneficio obtenido en la implementación de la tercera “S” es la reducción de la cantidad de producto terminado defectuoso por falta de limpieza en el almacén. La reducción es de 48 galoneras dañadas a 24 por mes, lo cual significa que se reduce la cantidad en un 50%.

3.1.4. Cuarta S: Salud y Seguridad

Objetivo: El objetivo de la implementación de la cuarta “S” es transformar a la empresa en un lugar seguro y libre de riesgos. Además, se busca eliminar todas aquellas cosas que hagan del lugar de trabajo un ambiente que comprometa la integridad y la salud de los colaboradores en la empresa.

Lema: “Seguridad ante todo”

Situación actual:

- No existe un departamento encargado exclusivamente de la gestión de seguridad y salud ocupacional.
- Aunque la empresa dispone de señales de seguridad, estas no están correctamente ubicadas ni resultan suficientes para prevenir accidentes o indicar las acciones a seguir en caso de una emergencia.
- El equipo de protección personal utilizado por los operarios se encuentra en mal estado y no es el adecuado para las funciones que desempeñan.

Implementación:

Para fomentar una cultura preventiva frente a accidentes laborales, se emplearán tres herramientas clave dentro de la gestión de seguridad y salud ocupacional: la Matriz IPERC, el Mapa de Riesgos y las Acciones de Seguridad.

A continuación, se detalla la forma en que cada herramienta será integrada en las operaciones diarias de la empresa, así como la relevancia y utilidad de su aplicación:

- **Elaboración de la Matriz IPERC en planta y oficinas administrativas**

La Matriz IPERC es un instrumento que permite identificar los peligros, evaluar los riesgos asociados a cada proceso y establecer medidas de control que permitan eliminarlos o reducirlos al mínimo. Normalmente, esta es desarrollada por el equipo de Seguridad y Salud de la empresa, para luego ser revisada y aprobada por el comité encargado de la cuarta "S".

En este caso, el gerente general contratará a un especialista en el área, quien trabajará en conjunto con todo el personal para la elaboración, revisión y aprobación del IPERC.

La implementación de esta herramienta en la empresa permitirá:

- ❖ Organizar capacitaciones y entrenamientos para el personal.
- ❖ Asegurar el cumplimiento de la normativa legal vigente.
- ❖ Programar y gestionar inspecciones internas.

Los pasos que se seguirán para la elaboración del IPERC son los siguientes:

- ❖ Información previa
- ❖ Identificación de peligros
- ❖ Evaluación de riesgos
- ❖ Adopción de Medidas de control
- ❖ Revalorización del nivel de riesgo

A continuación, se muestra la matriz IPERC elaborada para toda la empresa.

Tabla N°50: Criterios para el cálculo del nivel de riesgo

Severidad de las Consecuencias Vs Probabilidad/Frecuencia						
SEVERIDAD	Catastróficos (50)	50	100	150	200	250
	Mayor (20)	20	40	60	80	100
	Moderado alto (10)	10	20	30	40	50
	Moderado (5)	5	10	15	20	25
	Moderado Leve (2)	2	4	6	8	10
	Mínima (1)	1	2	3	4	5
		Escasa (1)	Baja Probabilidad (2)	Puede Suceder (3)	Probable (4)	Muy Probable (5)
		PROBABILIDAD				

Fuente: Ministerio de trabajo y promoción del empleo

Tabla N°51: Criterios para la valorización del riesgo

VALORACION DE RIESGOS		
RIESGO CRÍTICO	ROJO	$50 < X \leq 250$
RIESGO ALTO	NARANJA	$15 < X \leq 50$
RIESGO MEDIO	AMARILLO	$3 < X \leq 15$
RIESGO BAJO	VERDE	$X \leq 3$

Fuente: Ministerio de trabajo y promoción del empleo

Tabla N°52:IPERC de todas las áreas de la empresa

IDENTIFICACION DE PELIGROS, EVALUACION DE RIESGOS Y DETERMINACION DE CONTROLES														
MATRIZ IPERC														
N°	ÁREA	TAREA	TIPO DE TAREA		PELIGRO (considerar actividades, parte de una actividad, el ambiente de trabajo, instalaciones o equipos, materiales, herramientas, etc.)	RIESGO	CONSECUENCIA	REQUISITO LEGAL	EVALUACIÓN DEL RIESGO					CONTROLES NUEVOS A IMPLEMENTAR
			RUTINARIA	NO RUTINARIA					NIVEL DEL INDICE DE PROBABILIDAD	INDICE DE SEVERIDAD	NIVEL DEL RIESGO (1-250)	VALORIZACIÓN DEL RIESGO	RIESGO CRÍTICO	MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR
1	Área de mezclado de insumos	Manipulación de barriles con insumos químicos	x		Ergonómica - levantamiento de peso	Lesiones en la columna, riesgo de caída	Dolores dorso lumbares, heridas o moretonas	Ley 29783	Puede suceder	Moderado leve	6	RIESGO MEDIO	No	Configurar la tarea para hacerla más ergonómica
2	Área de mezclado de insumos	Mezcla manual de insumos químicos	x		Físico - inhalar gases tóxicos	Enfermedades respiratorias crónicas	Dolor de cabeza y de garganta. Deterioro de los pulmones	Ley 29783	Puede suceder	Moderado	15	RIESGO MEDIO	No	Uso obligatorio de mascarilla con filtro en el puesto de trabajo
3	Área de mezclado de insumos	Mezcla manual de insumos químicos	x		Físico - contacto de la piel con líquido tóxico	Enfermedades en la piel, intoxicación por contacto	Alergias, quemaduras y picazón	Ley 29783	Probable	Moderado leve	8	RIESGO MEDIO	No	Uso obligatorio de uniforme de seguridad y guantes de seguridad especiales
4	Área de llenado y embalado	Vertimiento de disolvente en galoneras	x		Físico - contacto de líquido tóxico con los ojos	Inflamación ocular, ceguera	Ardor, comezón y quemaduras	Ley 29783	Puede suceder	Moderado	15	RIESGO MEDIO	No	Uso obligatorio de lentes de seguridad en el puesto de trabajo
5	Área de llenado y embalado	Vertimiento de disolvente en galoneras	x		Físico - inhalar gases tóxicos	Enfermedades respiratorias crónicas	Dolor de cabeza y de garganta. Deterioro de los pulmones	Ley 29783	Puede suceder	Moderado	15	RIESGO MEDIO	No	Uso obligatorio de mascarilla con filtro en el puesto de trabajo

6	Área de llenado y embalado	Vertimiento de disolvente en galoneras	x		Físico - contacto de la piel con líquido tóxico	Enfermedades en la piel, intoxicación por contacto	Alergias, quemaduras y picazón	Ley 29783	Probable	Moderad o leve	8	RIESGO MEDIO	No	Uso obligatorio de uniforme de seguridad y guantes de seguridad especiales
7	Área de despacho y recepción	Traslado de barriles con insumos desde el camión al almacén de insumos químicos		x	Ergonómica - levantamiento de peso	Lesiones en la columna, riesgo de caída	Dolores dorso lumbares, heridas o moretonas	Ley 29783	Puede suceder	Moderad o leve	6	RIESGO MEDIO	No	Incorporar un montacargas especializado para la tarea
8	Almacén de producto terminado	Tralado de producto terminado del almacén de producto terminado al camión	x		Ergonómica - levantamiento de peso	Lesiones en la columna, riesgo de caída	Dolores dorso lumbares, heridas o moretonas	Ley 29783	Probable	Moderad o leve	8	RIESGO MEDIO	No	Incorporar un montacargas especializado para la tarea
9	Almacén de producto terminado	Colocar todo el producto terminado en el almacén de producto terminado	x		Productos altamente inflamables colocados juntos	Incendio a pequeña o gran escala	Quemaduras, heridas, pérdida de la vida	Ley 29783	Probable	Mayor	80	RIESGO CRÍTICO	Si	Incorporar extintores en el almacén de productos terminados e indicaciones del correcto almacenamiento de productos químicos
11	Almacén de insumos químicos	Colocar barriles de insumos químicos en almacén de insumos químicos	X		Productos altamente inflamables colocados juntos	Incendio a pequeña o gran escala	Quemaduras, heridas, pérdida de la vida	Ley 29783	Probable	Mayor	80	RIESGO CRÍTICO	Si	Incorporar extintores en el almacén de insumos químicos e indicaciones del correcto almacenamiento de insumos químicos
13	Área de oficinas	Realizar las actividades diarias de documentación	x		Realizar actividades frente a la computadora todo el turno de trabajo	Problemas de la vista, degeneración de la calidad visual	Dolores de cabeza, dolor en los ojos, vista borrosa	Ley 29783	Probable	Moderad o leve	8	RIESGO MEDIO	No	Realizar pausas activas, cubrir las pantallas con protección contra la luz azul, usar siempre lentes de descando o medida.
14	Área de oficinas	Realizar las actividades diarias de documentación	X		Realizar actividades frente a la computadora todo el turno de trabajo en una silla no ergonómica	Ergonómico - Lesiones en la columna	Dolores dorso lumbares	Ley 29783	Probable	Moderad o leve	8	RIESGO MEDIO	No	Compras sillas ergonómicas, pausas activas.

- **Elaboración de Mapas de riesgos**

Los mapas de riesgos constituyen una representación visual, mediante el uso de símbolos, que permite identificar el nivel de exposición —bajo, medio o alto— a los peligros existentes en diferentes zonas de la empresa. Esta herramienta facilita la implementación de medidas preventivas adecuadas para cada área.

Su elaboración se basa en la información obtenida del IPERC y, de forma habitual, es desarrollada por el equipo de Seguridad y Salud en el Trabajo, para luego ser revisada y aprobada por el comité correspondiente. En el caso de esta empresa, la tarea será asumida por un profesional especializado contratado para tal fin, quien trabajará junto con todo el personal en la elaboración, revisión y validación del documento.

La implementación del Mapa de riesgos en la empresa nos ayudará con lo siguiente:

- ❖ Reducir o eliminar los peligros presentes en un área de trabajo.
- ❖ Brindar capacitación específica al personal del área afectada.
- ❖ Asegurar que los trabajadores conozcan a detalle los riesgos asociados al lugar donde desempeñan sus funciones.

Para su desarrollo, se elabora un plano de las instalaciones en el que se ubican los puestos de trabajo y la maquinaria existente. Posteriormente, se asigna a cada ubicación un símbolo que represente el tipo de riesgo identificado. La simbología que se empleará para esta representación se presenta a continuación, mientras que en la Figura N°65 se muestra el Mapa de Riesgos correspondiente a la planta.



Figura 65: Simbología para la construcción de un mapa de riesgo



Figura 66: Mapa de riesgos de la empresa

- **Definición de acciones de seguridad**

Una vez elaborado el Mapa de Riesgos, el siguiente paso consiste en establecer medidas correctivas que permitan garantizar que las áreas de trabajo sean espacios completamente seguros. Para ello, será indispensable la participación activa de todo el personal, ya que son quienes mejor conocen los riesgos presentes en sus respectivos entornos laborales.





El Comité de Seguridad y Salud, junto con el Comité de Orden, verificará que en cada área se encuentren instalados de forma adecuada los avisos de seguridad y los mapas de riesgos, adaptados a las particularidades de cada puesto de trabajo.

Las medidas de seguridad correctivas que se tomarán son las siguientes:

- ❖ Uso obligatorio del equipo de protección personal (EPP).
- ❖ Instalación de señalizaciones de seguridad acordes al tipo de riesgo y ubicadas en puntos estratégicos de fácil visibilidad dentro de la planta.
- ❖ Supervisión constante de los operarios por parte de los responsables de área, utilizando una lista de verificación (checklist) para evaluar el cumplimiento de conductas seguras. Este checklist será elaborado de manera colaborativa por todo el equipo e incluirá requisitos mínimos de seguridad aplicables a las tareas diarias.
- ❖ Ejecución de sesiones de capacitación de 15 minutos, dos veces por semana al inicio del turno, a cargo del supervisor de cada área. En estas reuniones se recordarán los riesgos presentes en el puesto de trabajo y se informará sobre cualquier nuevo peligro identificado.

En la Tabla N°53 se presentan los códigos de colores correspondientes a las señales de seguridad que se instalarán en la planta.

Tabla N°53:Código de colores de señales de seguridad

Colores	Significado	Ejemplo
Rojo	Prohibición, material de prevención y de lucha contra incendios	
Azul	Obligación	
Amarillo	Riesgo de peligro	
Verde	Información de emergencia	

Para la auditoría de piso y la auditoría permanente se establece el siguiente criterio de evaluación por semanas:

Tabla N°54: Criterios de auditoría

Semana	Criterio para puntajes	Nivel
1	< 30%	Deficiente
	[30% - 50%]	Regular
	> 50%	Bueno
2	< 40%	Deficiente
	[40% - 60%]	Regular
	> 60%	Bueno
3	< 50%	Deficiente
	[50% - 70%]	Regular
	> 70%	Bueno
4	< 60%	Deficiente
	[60% - 80%]	Regular
	> 80%	Bueno

A continuación, se presenta la ficha de auditoría de salud y seguridad, la cual será utilizada para verificar el cumplimiento de la implementación de la cuarta "S".

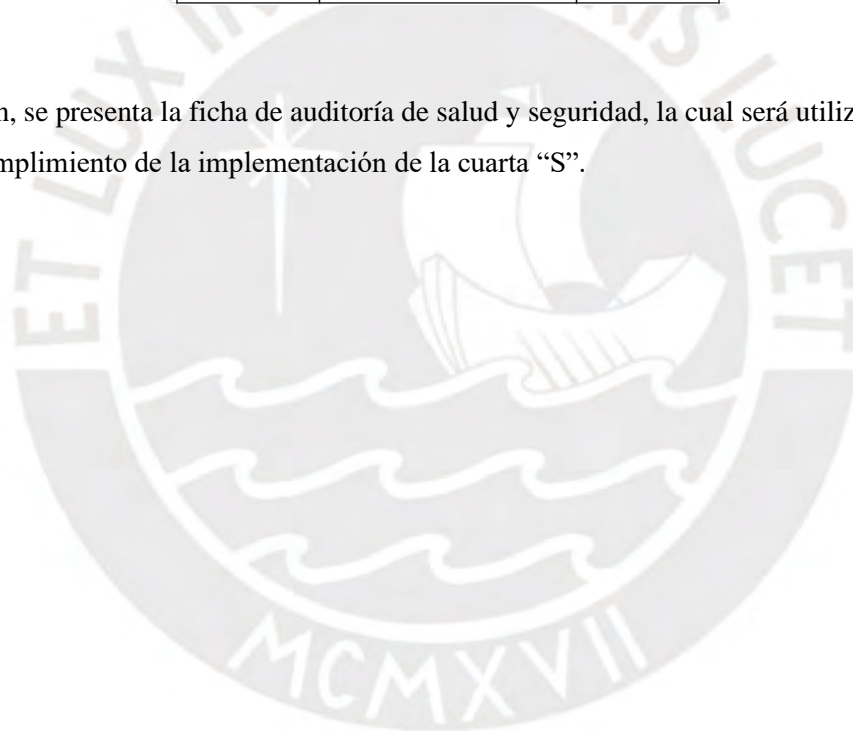





Tabla N°55:Ficha de auditoría para la salud y seguridad

AUDITORÍA DE SALUD Y SEGURIDAD - CUARTA "S"			
Auditor:			
Fecha de Auditoría:			
Área de la empresa:			
PUNTAJE	5 puntos	3 puntos	0 puntos
	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Criterios			Puntaje asignado
Observaciones			
1. ¿Las controles determinados en el IPERC fueron implementados en su totalidad?			
2. ¿El mapa de riesgo de la planta se encuentra en un lugar visible para todos los trabajadores de la empresa?			
3. ¿Se están brindando capacitaciones de los peligros y riesgos en los puestos de trabajo 2 veces a la semana?			
4. ¿Los operarios están usando todos sus EPP's de manera correcta?			
5. ¿Existen letreros o afiches de precaución para indicar lugares de alta tensión?			
6. ¿Los extintores están libres de obstáculos y fáciles de alcanzar?			
7. ¿Las señalizaciones de seguridad de prohibición, obligación, riesgo de peligro e información de emergencia se encuentran colocadas en todas las áreas de la empresa?			
Puntaje total obtenido			
Puntaje esperado			35.00
% de Cumplimiento			
Criterio de evaluación	< 60%	[60% - 80%]	> 80%
			
	Deficiente	Regular	Bueno

El formato de OPL que será utilizada para la cuarta “S” es la siguiente:

OPL - SALUD Y SEGURIDAD	
Elaborado por: _____ Área: _____ Revisada por: _____ Fecha: _____	
ANTES: 	OBJETIVO:
DESPUÉS: 	PASOS A SEGUIR:
	HERRAMIENTAS:

Figura 67:OPL para salud y seguridad

Beneficio:

Con la implementación de la cuarta “S” se logra eliminar el 50% de los accidentes, lo cual significa un ahorro de tiempo de 24 HH/año por motivo de accidentes leves en los puestos de trabajo.

Tabla N°56:Tiempo ahorrado por la implementación de salud y seguridad en la empresa

Tiempo perdido por accidente leve (Min)	Cantidad de accidentes eliminados al mes	Tiempo ahorrado (min/mes)	Tiempo ahorrado (h/mes)	Tiempo ahorrado (HH/año)
40	3	120	2	24

3.1.5. Quinta S: Autodisciplina

Objetivo: El propósito es fomentar una cultura de autocontrol en la organización, de manera que cada colaborador adopte como hábito la aplicación constante de los métodos y estándares previamente definidos para su área de trabajo. La quinta “S” actúa como el vínculo entre el sistema de las “5S” y el proceso de mejora continua dentro de la empresa.

Lema: “Cumplir con lo acordado”

Implementación:

La puesta en marcha de la autodisciplina se llevará a cabo siguiendo seis etapas, comenzando con:

- **Paso 1: Impulsar de manera continua la práctica de las 5 “S” tanto en la planta de producción como en las oficinas administrativas.**

Se conseguirá mediante el uso de esquemas visuales, afiches y folletos.



Figura 68: Afiche relacionado a las “5”

- **Paso 2: Fomentar la participación de los líderes en las sesiones de capacitación.**

Los responsables de cada área deberán intervenir en breves charlas de cinco minutos sobre las “5S”, dirigidas a los colaboradores que se encuentren bajo su supervisión. Estas sesiones se realizarán una vez por semana y contarán con el apoyo de los OPLs correspondientes a cada una de las “S” como material de referencia.

- **Paso 3: Programar visitas a las áreas de trabajo**

Se coordinarán visitas periódicas del gerente general y del Comité Central 5 “S” a las distintas áreas de la planta, con el objetivo de conocer de primera mano la situación actual y verificar los avances en la implementación de la metodología.

- **Paso 4: Asegurar el cumplimiento de las auditorías**

Se garantizará la ejecución del programa de auditorías planificado. Estas evaluaciones deberán ser realizadas por el auditor junto con los líderes de cada área, fomentando el intercambio de ideas y propuestas para corregir las no conformidades detectadas en relación con las “5S”.

- **Paso 5: Evaluar el progreso de la implementación**

El Comité Central y el Comité de Autodisciplina evaluarán el grado de avance de las “5S” utilizando registros fotográficos comparativos del “antes” y “después”. Para ello, el Comité de Fotografía deberá recopilar de forma sistemática las imágenes necesarias durante todas las etapas de implementación de cada “S”.

- **Paso 6: Liderar con el ejemplo**

El liderazgo debe ejercerse mediante la práctica y no únicamente con instrucciones. Los líderes de cada área serán los primeros en cumplir de manera estricta todos los procedimientos y estándares establecidos, transmitiendo así el compromiso y fomentando hábitos positivos que puedan ser replicados por su equipo.

Para la auditoría de piso y la auditoría permanente se establece el siguiente criterio de evaluación por semanas:

Tabla N°57: Criterios de auditoría

Semana	Criterio para puntajes	Nivel
1	< 30%	Deficiente
	[30% - 50%]	Regular
	> 50%	Bueno
2	< 40%	Deficiente
	[40% - 60%]	Regular
	> 60%	Bueno
3	< 50%	Deficiente
	[50% - 70%]	Regular
	> 70%	Bueno
4	< 60%	Deficiente
	[60% - 80%]	Regular
	> 80%	Bueno

A continuación, se presenta la ficha de auditoría de autodisciplina, la cual será utilizada para verificar el cumplimiento de la implementación de la quinta “S”.

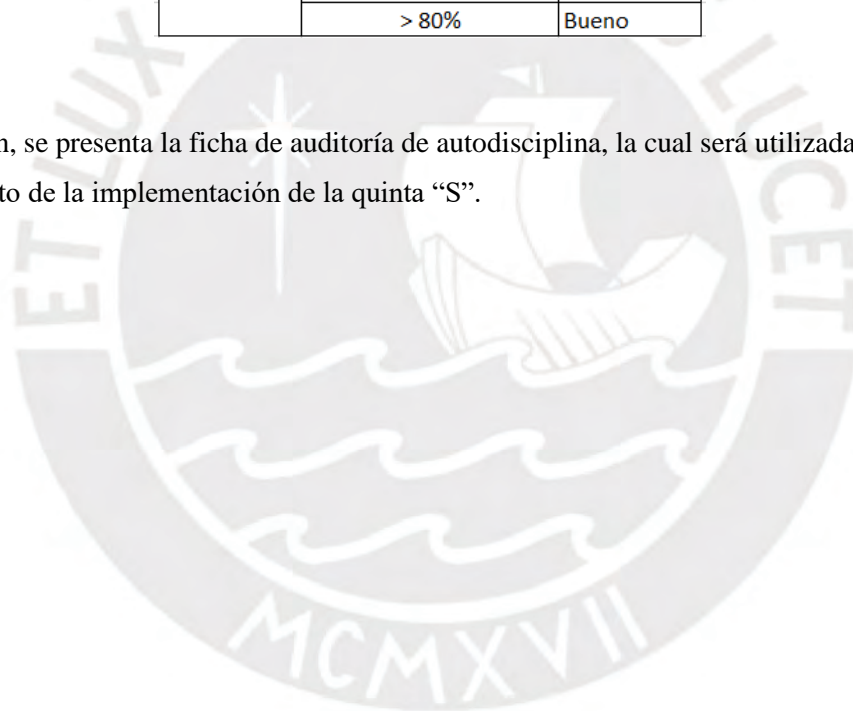





Tabla N°58:Ficha de auditoría de autodisciplina

AUDITORÍA DE AUTODISCIPLINA - QUINTA "S"			
Auditor:			
Fecha de Auditoría:			
Área de la empresa:			
PUNTAJE	5 puntos	3 puntos	0 puntos
	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Criterios			Puntaje asignado
			Observaciones
1. ¿Se encuentran afiches relacionados a las 5"S" en la empresa?			
2. ¿Se está evaluando correctamente el proceso de implementación de cada "S"?			
3. ¿La auditorías se están haciendo semanalmente sin falta?			
4. ¿Se realizan visitas recurrentes a todas las áreas de la empresa?			
5. ¿Los líderes de cada área están siendo ejemplo de comportamiento para el personal que tienen a cargo?			
6. ¿Los líderes de cada área están realizando las charlas de 5 minutos semanalmente?			
Puntaje total obtenido			
Puntaje esperado			35.00
% de Cumplimiento			
Criterio de evaluación	< 60%	[60% - 80%]	> 80%
			
	Deficiente	Regular	Bueno

El formato de OPL que será utilizado para la quinta “S” es la siguiente:

OPL - AUTODISCIPLINA	
Elaborado por: _____ Área: _____ Revisada por: _____ Fecha: _____	
ANTES: 	OBJETIVO: <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div>
DESPUÉS 	PASOS A SEGUIR: <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div>
	HERRAMIENTAS: <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div>

Figura 69:OPL para autodisciplina

Beneficio:

La implementación de la autodisciplina en la empresa asegurará que todos los beneficios anteriormente mencionados que genera cada “S” se mantengan en el tiempo. Asimismo, se logrará ahorro de tiempo, reducción de la cantidad de productos defectuosos y eliminación de peligros en el proceso de fabricación de disolventes.

3.2. Implementación de Automatización

Objetivo: Para eliminar los movimientos repetitivos por parte de los operarios, se plantea la implementación de sistemas automatizados, para llevar a cabo las actividades de mezclado de insumos y empaquetamiento.

Implementación:

Se propone la integración del proceso de mezclado de insumos y vertido en galoneras, así como la unificación de los procesos de sellado, etiquetado y empaquetamiento, con el fin de generar un flujo continuo en la línea de producción y reducir la necesidad de mano de obra de cinco operarios por turno a tan solo tres.

Se automatiza el proceso de mezclado de insumos con la alimentación automática de los cuatro componentes para su respectiva medición y mezclado. Para ello, se hará uso de un dosificador para líquido (véase figura N°70) el cual también realiza el proceso de mezclado y es muy utilizado en el sector industrial para la mezcla precisa de insumos químicos.



Figura 70: Dosificador gravimétrico

Fuente: Alibaba

Por otro lado, para el proceso de vertimiento en galoneras y sellado – etiquetado se utilizará una máquina envasadora dosificadora (véase figura N°70), que puede llenar hasta 6 galoneras en simultáneo y a su

vez se sella fácilmente. Mientras los recipientes se llenan el operario se encargará de realizar el proceso de etiquetado para optimizar la duración del proceso.



Figura 71:Envasador dosificador de solvente

Fuente: Envasadora Efipack Perú

Finalmente, para el proceso de empaquetamiento se utilizará una máquina automática (véase figura N°72), el cual posee una velocidad de 8 paquetes/min, lo cual permitirá aumentar la producción de thinner a una velocidad ocho veces mayor.



Figura 72:Máquina de embalaje retráctil automática

Fuente: Beyond

Capacitación: Con el fin de garantizar un uso adecuado y un control eficiente de las máquinas, se sugiere la implementación de un programa de capacitación para todos los operarios y el gerente general por parte de un consultor, con una duración de una semana. En dicho programa, se propone que cada

máquina sea objeto de una capacitación específica de dos días, con una duración diaria de dos horas. Esta estrategia permite evitar la fatiga del personal debido a largas sesiones de capacitación, al mismo tiempo que maximiza la retención de los conocimientos adquiridos.

Entrenamiento: Esta fase tiene una duración de dos semanas, los operarios observan la demostración práctica de cómo operan las máquinas, la realización de simulaciones y ejercicios prácticos por parte del consultor. Todo esto para garantizar un lugar de trabajo seguro y productivo.

Supervisión: En esta fase, se procede a que los operarios empiecen a utilizar las máquinas bajo la supervisión de una persona a cargo. Se cuenta con una duración de dos semanas para que el personal se familiarice con el nuevo procedimiento.

Seguimiento: Para verificar el correcto funcionamiento del sistema de automatización se aplicará el siguiente formato. La meta a producir es 88 galoneras en 63 min, a comparación del actual que demora 152.4 min.

Tabla N°59:Tabla de seguimiento del sistema de automatización

Registro de detenciones en las máquinas			
Fecha	Producción por turno (und/turno)	Observaciones	Responsable

Beneficios:

- Con la compra de las nuevas máquinas automáticas, la cantidad de operarios se reducirá a solo tres operarios para verificar el correcto funcionamiento de las máquinas y etiquetar las galoneras. El ahorro de mano de obra es de 4608 HH/año.

Tabla N°60: Ahorro en mano de obra por automatización

	N° Operarios	Ahorro en HH/año	Comentarios
Antes de la automatización	5	$5*8h/turno*6d*4semanas*12meses = 11520$	Un operario para cada proceso
Después de la automatización	3	$3*8h/turno*6d*4semanas*12meses = 6912$	Un operario para supervisión de la máquina de mezclado, vertimiento y sellado. 1 operario para el proceso de etiquetado y 1 operario para supervisión del proceso de empaquetado.
Ahorro	2	$2*8h/turno*6d*4semanas*12meses = 4608$	

- Ahorro de 2211.84 h/año en esperas al final de cada proceso, al implementar un sistema automatizado y continuo, lo cual representa una mejora en el tiempo de entrega.

Tabla N°61: Ahorro en espera por automatización

	Tiempo de espera (h/año)	Comentarios
Antes de la automatización	$1.92 h*4esperas*6d*4semanas*12meses = 2211.84$	1.92 h de espera despues de cada proceso
Después de la automatización	0	No existen esperas al final de cada proceso
Ahorro	2211.84	

- El período de tiempo requerido para completar el ciclo del proceso de mezclado se redujo significativamente de 3828 s a 1768 s. Del mismo modo, el tiempo necesario para completar el tiempo de vertimiento en galoneras pequeñas, sellado y empaquetado también disminuyó de 5027 s a 2014 s. En consecuencia, el tiempo de valor agregado (TVA) se redujo de 152.4 min a 63 min, aumentando la capacidad de producción a 14080 galoneras/mes, en comparación a la producción anterior de 5821 galoneras/mes.

Tabla N°62: Mejora en la producción mensual

	Tc en Mezclado (s/88gal)	Tc en Vertimiento en Galoneras, Sellado y etiquetado; y empaquetado (s/88 gal)	(TVA)	Producción mensual (galoneras/mes)
Antes de la automatización	3828	$3120 + 1260 + 647 = 5027$	2.54 h = 152.4 min	$(7h\ efectivas*6d*4\ semanas*60)/(152.4min/88gal) = 5821$
Después de la automatización	1768	2014	1.05h = 63 min	$(7h\ efectivas*6d*4\ semanas*60)/(63min/88gal) = 14080$
Ahorro/ganancia	2060	3013	1.49h	8259

3.3 Implementación de Estandarización

La estandarización consiste en establecer, documentar y aplicar de manera consistente los procedimientos definidos, garantizando que las operaciones se realicen siempre bajo las mismas condiciones y con los mismos criterios de calidad. En este caso, se llevará a cabo la implementación de las propuestas de mejora planteadas para la fabricación de thinner, con el objetivo de optimizar la eficiencia, reducir variabilidad y asegurar un producto final uniforme. En consecuencia, se estandarizarán los siguientes procesos clave de producción:

- Mezclado de insumos
- Vertimiento en galoneras pequeñas
- Sellado y etiquetado
- Empaquetamiento

a) Mezclado de insumos

En el punto anterior se observó que se automatizó el proceso de mezclado de insumos con la implementación de un dosificador gravimétrico. Por este motivo, se plantea el siguiente DAP en el cual se mostrará el método estandarizado para el presente proceso.











DAP						
OBJETIVO: Realizar una correcta mezcla respetando las especificaciones	ACTIVIDAD					
	Operación					2
	Transporte					1
PROCESO: Mezclado de insumos	Demora					0
	Inspección					0
	Almacenamiento					0
TIEMPO TOTAL: 1768 s						
Descripción	T (segundos)	Símbolos				
						
1. Transportar los insumos al centro de trabajo	400		●			
2. Se incorpora los cuatro ingredientes al dosificador	240	●				
3. El dosificador mezcla los insumos	1128	●				
TOTAL	1768 s	2	1	0	0	0

Figura 73: Método nuevo de mezclado de insumos

b) Envasado

Se unieron los procesos de vertimiento en galoneras pequeñas y sellado, debido a la máquina envasadora, en los cuales se logra realizar los dos procesos al mismo tiempo. Por ese motivo, se plantea el siguiente DAP en el cual se mostrará el método estandarizado para los presentes procesos.

DAP						
OBJETIVO: Colocar el thinner en pequeñas galoneras, para su posterior sellado	ACTIVIDAD					
	Operación	○		3		
	Transporte	➡		2		
PROCESO: Envasado	Demora	D		0		
	Inspección	□		0		
	Almacenamiento	▽		0		
TIEMPO TOTAL: 1215 s						
Descripción	T (segundos)	Símbolos				
		○	➡	D	□	▽
1. El thinner después del proceso de mezclado es llevado a través de una manguera al envasador.	240		●			
2. El operador coloca las galoneras	270	●				
3. La envasadora distribuye el thinner en las galoneras	420	●				
4. El operario mueve las galoneras	60		●			
5. El operario sella las galoneras	225	●				
TOTAL	1215 s	3	2	0	0	0

Figura 74: Método nuevo de envasado

c) Etiquetado y empaquetado

Finalmente se tiene el último proceso en el cual se incorpora la máquina de embalaje retráctil. A continuación, se plantea el siguiente DAP en el cual se mostrará el método para el presente proceso.

DAP						
OBJETIVO: Etiquetar y empacar las galoneras en grupos de seis	ACTIVIDAD					
	Operación	○	3			
	Transporte	➡	1			
	Demora	D	0			
PROCESO: Etiquetado y empaquetado	Inspección	□	0			
	Almacenamiento	▽	1			
	TIEMPO TOTAL: 799 s					
Descripción	T (segundos)	Símbolos				
		○	➡	D	□	▽
1. Se traslada las galoneras al área de trabajo	20		●			
2. El operario etiqueta las galoneras	440	●				
3. Acomodar en grupos de seis en la máquina de embalaje retráctil	150	●				
4. La máquina empaqueta las galoneras	114	●				
5. Se almacena el producto final	75					●
TOTAL	799 s	3	1	0	0	1

Figura 75: Método nuevo de etiquetado y empaquetado

Capacitación: Con el fin de establecer procedimientos y prácticas uniformes a los procesos, se sugiere la implementación de un programa de capacitación para los operarios por parte de un consultor, con una duración de una semana. En dicho programa, se propone que cada máquina sea objeto de una capacitación específica de dos días, con una duración diaria de dos horas. Esta estrategia permite evitar la fatiga del personal debido a largas sesiones de capacitación, al mismo tiempo que maximiza la retención de los conocimientos adquiridos.

Entrenamiento: Se debe proporcionar un entrenamiento inicial para el personal sobre los procedimientos estandarizados. Es importante que el entrenamiento sea claro, conciso y se enfoque en los pasos críticos del proceso, por esta razón, tendrá una duración de dos semanas.

Supervisión: La supervisión es necesaria para garantizar que el personal esté siguiendo los procedimientos estandarizados. Esto se dará a través de observaciones directas por parte del supervisor

por un periodo de dos semanas. Es importante que la supervisión se realice de manera regular y que se proporcione retroalimentación constructiva al personal.

Seguimiento: Para verificar el correcto seguimiento de la estandarización de los procesos se aplicará el siguiente formato.

Tabla N°63:Tabla de seguimiento de la estandarización de los procesos

Tiempos del proceso				
Fecha	Proceso	Tiempo Estandarizado	Tiempo del Operario	Observación

Beneficios:

- La estandarización mejora la calidad de los productos al reducir los defectos del producto final, actualmente la empresa cuenta con un promedio de 6 galones disconformes al día. Se planea reducir a 0 galones disconformes, la calidad aumentará a 100%.

Tabla N°64: Mejora en la calidad

	Unidades totales (gal/día)	Unidades disconformes (gal/día)	Calidad (%)
Antes	176	6	97%
Después	176	0	100%

- Debido al aumento del indicador de calidad se genera un ahorro de S/. 20,658.00/año tomando en cuenta que cada galonera le cuesta a la empresa S/.11.00.

Tabla N°65: Ahorro económico por mejora en la calidad

Cantidad de galoneras defectuosas		Ahorro (galoneras/día)	Ahorro en (galoneras/año)	Precio unitario (S/. /galonera)	Beneficio anual (S/.)
Antes (galoneras/día)	Después (galoneras/día)				
6	0	6	1,878	11.00	20,658.00

3.4. Implementación de Ergonomía

Objetivo: Para reducir la exposición de los trabajadores a sustancias químicas tóxicas y minimizar los riesgos de accidente. Además, la ergonomía mejora la eficiencia del proceso de producción al reducir la fatiga y el estrés de los trabajadores, aumentando su comodidad y bienestar.

Implementación:

Se propone el uso de una silla ergonómica en el área de trabajo, el cual debe ser cómodo y ajustado correctamente para proporcionar un buen soporte en la zona lumbar de los operarios, de esta manera se reducirá la fatiga durante la jornada laboral.



Figura 76: Silla Ergonómica LONDRES

Fuente: Plaza Ve

También se sugiere el uso de mesas ajustables a la altura como parte de las soluciones ergonómicas. Estas mesas permiten a los empleados adaptar la altura de trabajo a sus necesidades, lo que contribuye a mejorar la postura y reducir el estrés en el cuerpo durante largas horas de trabajo. Al utilizar mesas ajustables a la altura, los operarios tienen la flexibilidad de trabajar tanto sentados como de pie, según lo consideren más cómodo y apropiado para sus tareas. Esto no solo ayuda a aliviar la tensión de la espalda, el cuello y los hombros, sino que también mejora la circulación sanguínea y promueve una mejor postura en general.



Figura 77: Mesa inteligente de altura regulable

Fuente: Visso

Por otro lado, como los operarios se encontrarán de pie durante todo el proceso, es recomendable el uso de tapetes anti-fatiga, están diseñados para reducir la fatiga en las piernas y la espalda del operario que permanece de pie durante largos periodos de tiempo. Estos tapetes pueden ser colocados en áreas de trabajo donde el operario pasa la mayor parte del tiempo de pie, proporcionando una superficie suave y cómoda para apoyar los pies.

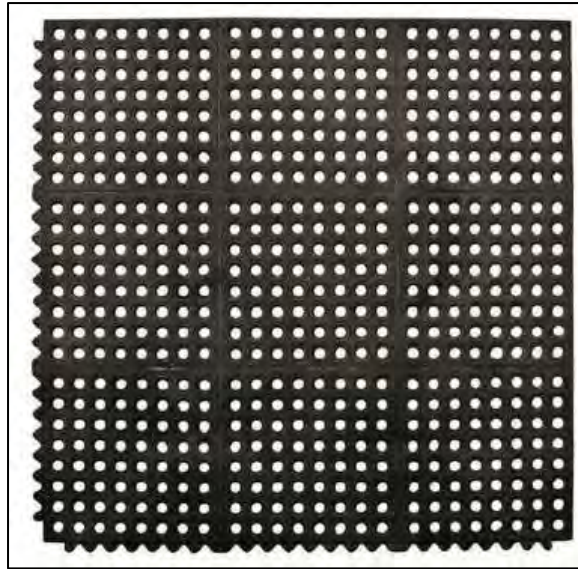


Figura 78: Tapete anti-fatiga

Fuente: Plaza Vea

Finalmente es necesario aplicar pausas activas durante el trabajo, lo recomendable es realizar estiramientos cada una hora de trabajo. Es importante recordar que los estiramientos deben ser suaves y lentos, y no deben causar dolor ni incomodidad. Es recomendable realizar estiramientos para diferentes grupos musculares, incluyendo piernas, espalda, cuello y hombros. Los estiramientos deben ser sostenidos durante 10-15 segundos y repetidos varias veces. En este caso se recomienda tener descansos cada hora y los estiramientos deben de tener una duración de 5 minutos.

Capacitación: Con el fin de garantizar un conocimiento profundo de la ergonomía y su correcta aplicación en la empresa, se recomienda implementar un programa de capacitación para el personal, a cargo de un consultor especializado. La duración sugerida del programa es de dos semanas.

El contenido formativo se desarrollará en el siguiente orden:

- Introducción a la ergonomía
- Uso de calzado de seguridad antideslizante
- Utilización de tapetes antifatiga
- Ejercicios de estiramiento para reducir la fatiga muscular, a cargo de un fisioterapeuta.

Para optimizar la efectividad de la capacitación, el programa se dividirá en cuatro sesiones de dos horas diarias cada una. Esta estructura busca minimizar la fatiga del personal, evitando jornadas excesivamente largas, y al mismo tiempo maximizar la retención y correcta asimilación de los conocimientos impartidos.

Supervisión: La supervisión es necesaria para garantizar que el personal esté siguiendo los procedimientos establecidos. Esto se dará a través de observaciones directas por parte del supervisor por un periodo de dos semanas. Es importante que la supervisión se realice de manera regular y que se proporcione retroalimentación constructiva al personal.

Seguimiento: Para verificar el correcto seguimiento de la ergonomía en los procesos se aplicará el siguiente formato.

Tabla N°66:Tabla de seguimiento de la ergonomía en los procesos

Fecha	¿Cumplió con los estiramientos establecidos?	¿Cumplió con el uso de zapatos de seguridad?	Observaciones
	SI/NO	SI/NO	

Beneficios

- Uno de los beneficios consiste en la reducción de malestares lumbares, atribuibles a permanecer en posición erguida durante extensos periodos de tiempo. De acuerdo con la información recopilada por la organización, en promedio de 3 veces al año, el operario tiene un descanso de una semana. Esto se traduce en un ahorro de 144 HH/año.
- También se logra reducir la cantidad de permisos médicos causados por efectos negativos de fatiga muscular, el cual se desarrolla cuando los músculos están en uso continuo sin suficiente descanso. Según datos de la empresa se da en promedio de 4 veces al año, en donde el operario tiene un descanso de una semana. Lo cual genera un ahorro de 192 HH/año.

3.5. Plan y Cronograma para la implementación de las propuestas

La implementación de las propuestas tendrá una duración de un año, comprendiendo una serie de actividades y un tiempo de ejecución específico para cada herramienta.

Para el desarrollo del plan y el cronograma, se seguirá la siguiente secuencia:

1. Reunión inicial y planificación del proyecto

Encuentro entre el consultor de Lean Manufacturing, el Gerente General y los trabajadores de la empresa, con el objetivo de analizar la situación actual, planificar el proyecto y conformar los equipos de trabajo.

2. Capacitación introductoria en Lean Manufacturing

Formación dirigida a todo el personal para dar a conocer los beneficios de las herramientas Lean y su impacto en la empresa.

3. Implementación de las 5S

- Capacitación inicial
- Ejecución en planta y oficinas
- Auditoría para verificar el cumplimiento y los resultados obtenidos.

4. Automatización

- Capacitación especializada
- Entrenamiento práctico
- Supervisión y seguimiento (*Las máquinas necesarias se solicitaron con anticipación para coordinar su importación.*)

5. Estandarización

- Capacitación
- Entrenamiento y aplicación
- Supervisión y seguimiento.

6. Ergonomía

- Capacitación por especialistas
- Supervisión y seguimiento en el uso de prácticas ergonómicas.

7. Evaluación de indicadores Lean

Revisión final para verificar el cumplimiento de las metas propuestas y el impacto de las mejoras implementadas.

A continuación, en la tabla N°62, se muestra el cronograma para la implementación de las propuestas de mejora.



3.6. Matriz de indicadores

A continuación, se presentará la Tabla N°63, en el cual se mencionan los indicadores de las herramientas empleadas en la empresa, y a su vez la Tabla N°64, donde se mencionan los resultados obtenidos en la empresa, luego de aplicar las herramientas de mejora.

Tabla N°68:Matriz de indicadores a cumplir

Herramienta	Semana					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1 “S”	> 50%	> 60%	> 70%	> 80%	> 80%	> 80%
2 “S”	> 50%	> 60%	> 70%	> 80%	> 80%	> 80%
3 “S”	> 50%	> 60%	> 70%	> 80%	> 80%	> 80%
4 “S”	> 50%	> 60%	> 70%	> 80%	> 80%	> 80%
5 “S”	> 50%	> 60%	> 70%	> 80%	> 80%	> 80%
Automatización	615 galoneras/día	615 galoneras/día	615 galoneras/día	615 galoneras/día	615 galoneras/día	615 galoneras/día
Estandarización	Proceso 1: 1768 s Proceso 2: 1215 s Proceso 3: 799 s	Proceso 1: 1768 s Proceso 2: 1215 s Proceso 3: 799 s	Proceso 1: 1768 s Proceso 2: 1215 s Proceso 3: 799 s	Proceso 1: 1768 s Proceso 2: 1215 s Proceso 3: 799 s	Proceso 1: 1768 s Proceso 2: 1215 s Proceso 3: 799 s	Proceso 1: 1768 s Proceso 2: 1215 s Proceso 3: 799 s
Ergonomía	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla N°69:Matriz de indicadores reales de la empresa

Herramienta	Semana					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1 "S"						
2 "S"						
3 "S"						
4 "S"						
5 "S"						
Automatización						
Estandarización						
Ergonomía						

3.7. VSM futuro

En la figura N°78, se presenta el VSM futuro, del cual se obtiene que las esperas por inventario, desde la mezcla de insumos hasta el empaquetamiento, se redujo de 7.68 h a 0 h (reducción del 100%); mientras que el tiempo de valor agregado pasó de 2.54 h a 1.05 h (ahorro del 58.66%).

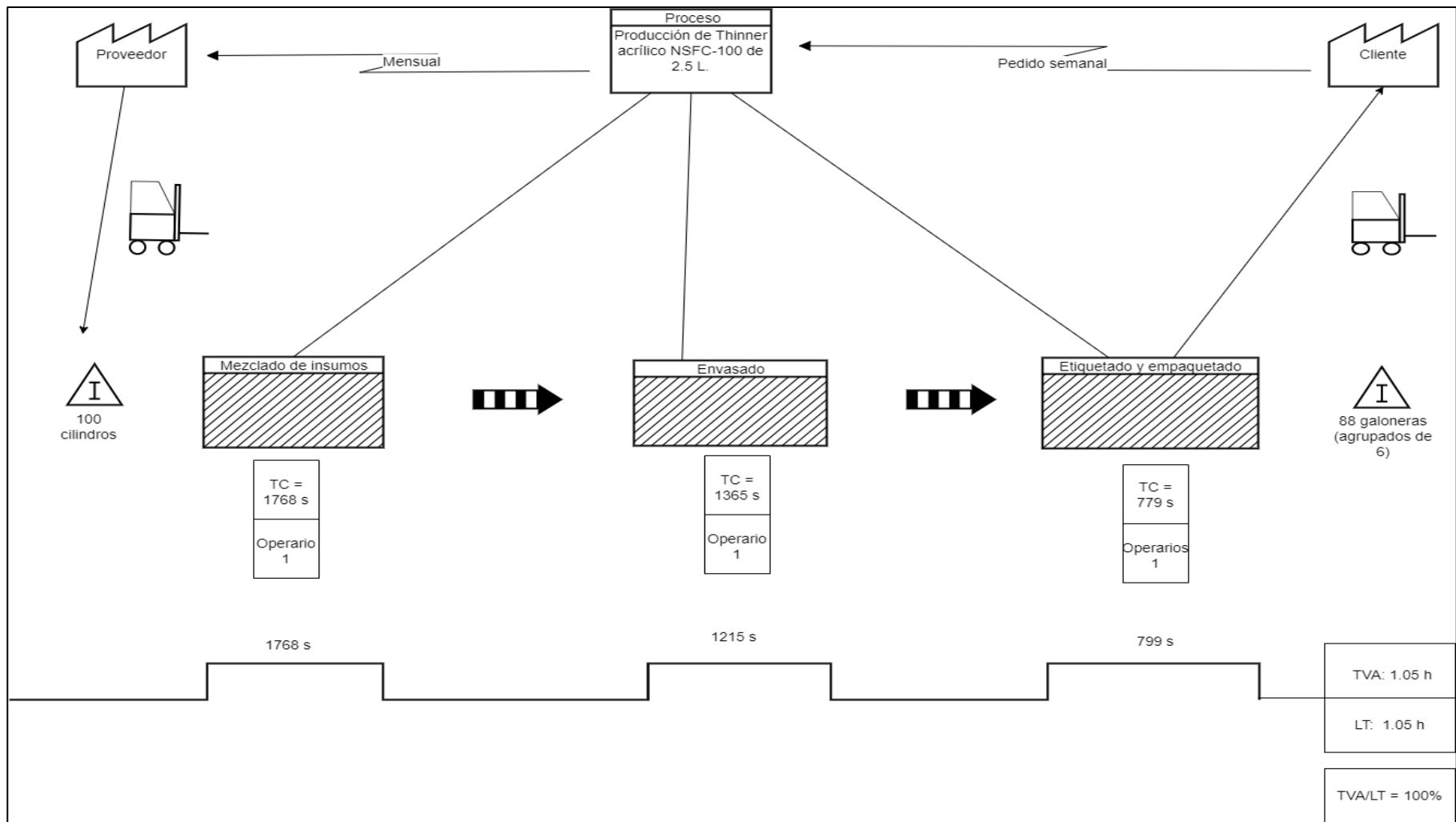


Figura 79:VSM futuro

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo, se detallan los costos de capacitación, equipo y materiales necesarios para la implementación de cada herramienta de mejora en la empresa. Asimismo, se muestran los beneficios económicos alcanzados por la implementación de cada una de ellas en el proceso de fabricación, bajo el supuesto de un nivel de producción mensual y anual promedio. Finalmente, se calcula la factibilidad del proyecto de mejora mediante indicadores como el COK, el VAN y la TIR.

4.1. Cálculo del COK

Primero en la tabla N°65, se detallan los datos para el cálculo del costo de oportunidad de la empresa (COK).

Tabla N°70: Datos para calcular el COK

Descripción	Valor
Rf (tasa libre de riesgo)	3.72%
Rm-Rf (prima por riesgo del mercado)	5.6%
β desapalancado	0.92
Riesgo país	2.04%
Inflación Perú	7.9%
Inflación EE.UU.	4.9%
Relación Deuda (D) / Patrimonio (P)	0.4830
T = Impuesto a la renta	29.50%

Luego, se calcula el β del proyecto, a través de la siguiente ecuación:

$$\beta_{\text{proyecto}} = [1 + (D/P) * (1-T)] * \beta_{\text{desapalancado}}$$

$$\beta_{\text{proyecto}} = [1 + 0.4830 * (1 - 0.295)] * 0.92 = 1.23$$

El β desapalancado y la prima por riesgo de mercado se obtiene de la página de Aswath Damodaran (Damodaran, 2023). En base a que la empresa pertenece a la industria química, se obtiene que el β del proyecto es equivalente a 1.23.

La tasa de riesgo país es de 2.04% se extrae de la data del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP, 2023). Mientras que, el dato de la tasa libre de riesgo (Rf) se obtuvo de la información de los bonos del tesoro a 10 años en Estados Unidos.

A partir del cálculo del β del proyecto, se procede a calcular el COK:

$$\text{COK} = R_f + \beta \text{ proyecto} * (R_m - R_f) + \text{Riesgo país}$$

$$\text{COK} (\$) = 3.72\% + 1.23 * (5.6\%) + 2.04\%$$

$$\text{COK} (\$) = 12.65\%$$

Para calcular un COK expresado en soles, se ajusta la fórmula anterior con las tasas de inflación de Perú y Estados Unidos en el 2023. Es así como se determina un COK (S/.), a través de la siguiente ecuación:

$$\text{COK (S/.)} = [1 + \text{COK} (\$)] * [(1 + \text{Inflación Perú}) / (1 + \text{Inflación EE. UU})] - 1$$

$$\text{COK (S/.)} = [1 + 12.65\%] * [(1 + 7.9\%) / (1 + 4.9\%)] - 1$$

$$\text{COK (S/.)} = 15.87\%$$

Sin embargo, por política del gerente general de la empresa, se utilizará una tasa mínima aceptable de rendimiento (COK) de 20%.

4.2. Costos iniciales

Dentro de los costos iniciales, se considera el costo de la capacitación en *Lean Manufacturing* que se dará en la empresa la primera semana de implementación del proyecto de mejora, según el cronograma. En la Tabla N° 65, se muestra el cálculo del costo H-H para cada cargo dentro de la empresa.

Tabla N°71: Cálculo del costo H-H de los participantes del proyecto

Cargo	Sueldo mensual (S/.)	Días de trabajo/mes	Horas de trabajo/día (h)	Costo H-H (S./h)
Consultor de Lean Manufacturing	4,000.00	5	4	200.00
Gerente General	8,500.00	24	8	44.27
Jefe de Operaciones	3,000.00	24	8	15.63
Jefe de Ventas	3,000.00	24	8	15.63
Operarios	1,250.00	24	8	6.51

Luego, en base a los costos calculados anteriormente se procede a determinar el costo total de la capacitación:

Tabla N°72: Costo total de la capacitación en *Lean Manufacturing*

Participantes	N° de asistentes	Costo H-H (S./h)	Horas de capacitación (h/día)	Días de capacitación	Total (S/.)
Consultor de Lean Manufacturing	1	200.00	4	5	4,000.00
Gerente General	1	44.27	4	5	885.42
Jefe de Operaciones	1	15.63	4	5	312.50
Jefe de Ventas	1	15.63	4	5	312.50
Operarios	5	6.51	4	5	130.21
					5,640.63

El costo total de la capacitación en *Lean Manufacturing* es de S/. 5,640.63.

4.3. Costos de implementación de las propuestas de mejora

En este apartado, se identificarán los costos relacionados a la implementación de las siguientes herramientas: 5“S”, Automatización, Estandarización y Ergonomía. Se considerarán los costos de capacitación, materiales, insumos y equipo necesarios para cada una de ellas.

4.3.1. Costo de implementación de las 5“S”

A continuación, se detalla el costo de capacitación, los valores de compra de cada material, insumo y servicio necesarios para asegurar el correcto cumplimiento del plan de implementación de las 5“S”. Cabe destacar que los precios unitarios considerados en el cálculo del costo total, se obtuvieron de las páginas web de tiendas y supermercados que operan en Lima, Perú.

Tabla N°73: Costo total de la capacitación

Participantes	N° de asistentes	Costo H-H (S./h)	Horas de capacitación (h/día)	Días de capacitación	Costo total para cada "S" (S/.)	Costo total de las 5"S" (S/.)
Consultor de Lean Manufacturing	1	200.00	3	5	3,000.00	15,000.00
Gerente General	1	44.27	3	5	664.06	3,320.31
Jefe de Operaciones	1	15.63	3	5	234.38	1,171.88
Jefe de Ventas	1	15.63	3	5	234.38	1,171.88
Operarios	5	6.51	3	5	97.66	488.28
					4,230.47	21,152.34

El costo de la capacitación en 5“S” es S/. 21,152.34.

Tabla N°74:Costo total de insumos para la implementación

"S"	Descripción del material o servicio	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Primera "S"	Servicio de lanzamiento de la primera "S"	3	días	90.00	270.00
	Formato especial (plastificado) de OPL ganadora	2	und	10.00	20.00
	Copia a color de formato OPL	10	und	0.60	6.00
	Tarjetas rojas "5S"	50	und	0.70	35.00
	Ficha de auditoria de clasificación a color	15	und	1.50	22.50
Segunda "S"	Servicio de lanzamiento de la segunda "S"	3	días	90.00	270.00
	Formato especial (plastificado) de OPL ganadora	2	und	10.00	20.00
	Copia a color de formato OPL	10	und	0.60	6.00
	Pintura amarilla de alto tránsito para demarcación	2	gal	86.50	173.00
	Pintura blanca de alto tránsito	1	gal	86.50	86.50
	Gabinete de herramientas	2	und	300.00	600.00
	Tablero de sombras para herramientas	1	und	300.00	300.00
	Letrero para identificación de áreas	8	und	24.00	192.00
	Etiqueta de seguridad Modelo Rombo - 704	35	und	5.00	175.00
	Etiqueta de identificación de máquina	6	und	6.00	36.00
	Archivador para documentación física	10	un	6.10	61.00
	Etiqueta de color blanco para archivador	10	und	0.60	6.00
	Ficha de auditoria de orden a color	15	und	1.50	22.50
					2,301.50



Tabla N°75:Costo total de insumos para la implementación

"S"	Descripción del material o servicio	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Tercera "S"	Servicio de lanzamiento de la tercera "S"	3	días	90.00	270.00
	Formato especial (plastificado) de OPL ganadora	2	und	10.00	20.00
	Copia a color de formato OPL	10	und	0.60	6.00
	Escoba, recogedor, trapeador y baldes	4	kit	21.50	86.00
	Lijas y Escobillas	6	kit	12.90	77.40
	Escalera	2	und	442.00	884.00
	Guantes de caucho sintético	10	und	9.20	92.00
	Uniforme de seguridad	10	und	40.00	400.00
	Manual de limpieza impreso a color	10	und	0.70	7.00
	Gigantografía de Plan de limpieza	1	und	22.00	22.00
	Programa continuo de limpieza impreso	2	und	0.70	1.40
	Programa diario de limpieza impreso	20	und	0.70	14.00
	Formato de conformidad de limpieza diaria impresa	20	und	0.70	14.00
	Checklist semanal de limpieza impreso	5	und	0.70	3.50
	Ficha de auditoria de limpieza a color	15	und	1.50	22.50
					1,919.80



Tabla N°76:Costo total de insumos para la implementación

"S"	Descripción del material o servicio	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Cuarta "S"	Servicio de lanzamiento de la cuarta "S"	3	días	90.00	270.00
	Formato especial (plastificado) de OPL ganadora	2	und	10.00	20.00
	Copia a color de formato OPL	10	und	0.60	6.00
	Botiquín de emergencia	1	und	40.00	40.00
	Mascarillas con filtro 3M	5	und	129.00	645.00
	Copia a color de IPERC	10	und	0.70	7.00
	Señales de seguridad	20	und	5.00	100.00
	Señales de riesgo	33	und	5.00	165.00
	Guantes de seguridad Anti cortes	5	und	19.90	99.50
	Botas punta de acero	10	und	85.00	850.00
	Ficha de auditoría de salud y seguridad a color	15	und	1.50	22.50
Quinta "S"	Servicio de lanzamiento de la quinta "S"	3	días	90.00	270.00
	Formato especial (plastificado) de OPL ganadora	2	und	10.00	20.00
	Copia a color de formato OPL	10	und	0.60	6.00
	Afiches relacionados a las 5"S"	5	und	4.00	20.00
	Ficha de auditoria de autodisciplina a color	15	und	1.50	22.50
					2,563.50

Por lo tanto, el costo total para la implementación de las 5“S” es S/.27,937.14.

4.3.2. Costo de implementación de la Automatización

A continuación, se detalla el costo de automatización, así como el costo de las herramientas y materiales que son necesarios para la implementación.

Tabla N°77:Costo de Capacitación

Participante	N° Asistentes	Costo HH (S/. /h)	Horas de capacitación	Total (S/.)
Consultor Lean Manufacturing	1	200.00	12	2,400.00
Gerente General	1	44.27	12	531.24
Jefe de Operaciones	1	15.63	12	187.56
Operarios	3	6.51	12	234.36
				3,353.16

Tabla N°78:Costo de Entrenamiento

Participante	N° Asistentes	Costo HH (S/. /h)	Horas de capacitación	Total (S/.)
Consultor Lean Manufacturing	1	200.00	20	4,000.00
Gerente General	1	44.27	20	885.40
Jefe de Operaciones	1	15.63	20	312.60
Operarios	3	6.51	20	390.60
				5,588.60

Tabla N°79:Costo de Supervisión

Participante	N° Asistentes	Costo HH (S/. /h)	Horas de capacitación	Total (S/.)
Jefe de Operaciones	1	15.63	20	312.60
				312.60

Tabla N°80:Costo de máquinas para la implementación

Descripción	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Dosificador gravimétricos	1	44,040.00	44,040.00
Envasador dosificador de solvente	1	18,350.00	18,350.00
Máquina de embalaje retráctil	1	25,690.00	25,690.00
			88,080.00

Finalmente, el costo total para la implementación de la automatización es S/. 97,334.36.

4.3.3. Costo de implementación de la Estandarización

A continuación, se detalla el costo de implementación de estandarización.

Tabla N°81:Costo de Capacitación

Participante	N° Asistentes	Costo HH (S/. /h)	Horas de capacitación	Total (S/.)
Consultor Lean Manufacturing	1	200.00	12	2,400.00
Gerente General	1	44.27	12	531.24
Jefe de Operaciones	1	15.63	12	187.56
Operarios	3	6.51	12	234.36
				3,353.16

Tabla N°82:Costo de Entrenamiento

Participante	N° Asistentes	Costo HH (S/. /h)	Horas de capacitación	Total (S/.)
Consultor Lean Manufacturing	1	200.00	20	4,000.00
Gerente General	1	44.27	20	885.40
Jefe de Operaciones	1	15.63	20	312.60
Operarios	3	6.51	20	390.60
				2,588.60

Tabla N°83:Costo de Supervisión

Participante	N° Asistentes	Costo HH (S/. /h)	Horas de capacitación	Total (S/.)
Jefe de Operaciones	1	15.63	20	312.60
				312.60

Finalmente, el costo total para la implementación de la estandarización es S/6,254.36.

4.3.4. Costo de implementación de la Ergonomía

A continuación, se detalla el costo de implementación de ergonomía, así como el costo de las herramientas y materiales que son necesarios para la implementación.

Tabla N°84:Costo de Capacitación

Participante	N° Asistentes	Costo HH (S/. /h)	Horas de capacitación	Total (S/.)
Fisioterapeuta	1	30.00	8	240.00
Gerente General	1	44.27	8	354.16
Jefe de Operaciones	1	15.63	8	125.04
Operarios	3	6.51	8	156.24
				875.44

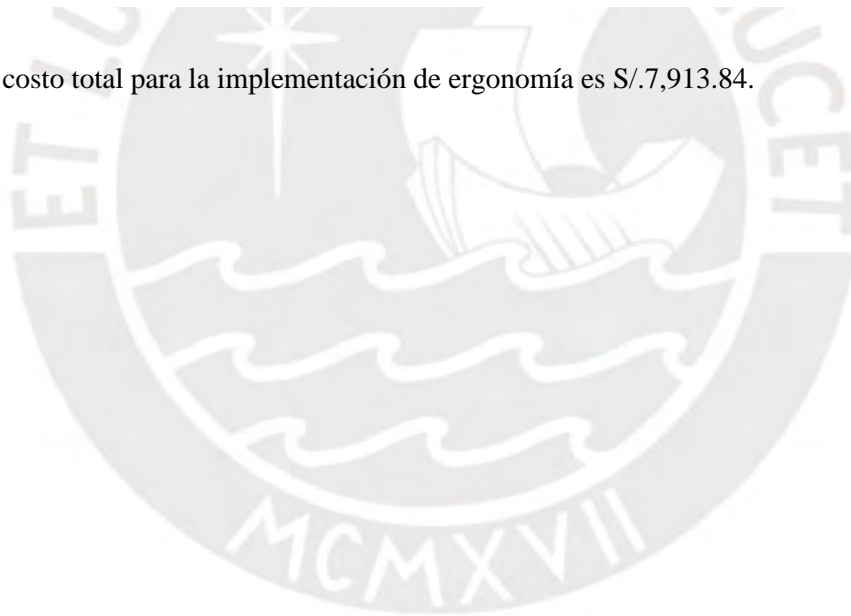
Tabla N°85:Costo de Supervisión

Participante	N° Asistentes	Costo HH (S/. /h)	Horas de capacitación	Total (S/.)
Jefe de Operaciones	1	15.63	20	312.60
				312.60

Tabla N°86:Costo de herramientas y materiales para la implementación

Descripción	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Silla Ergonómica	3	869.00	2,607.00
Mesa de altura regulable	1	3,400	3,400.00
Tapete anti-fatiga	12	59.90	718.80
			6,725.80

Finalmente, el costo total para la implementación de ergonomía es S/.7,913.84.



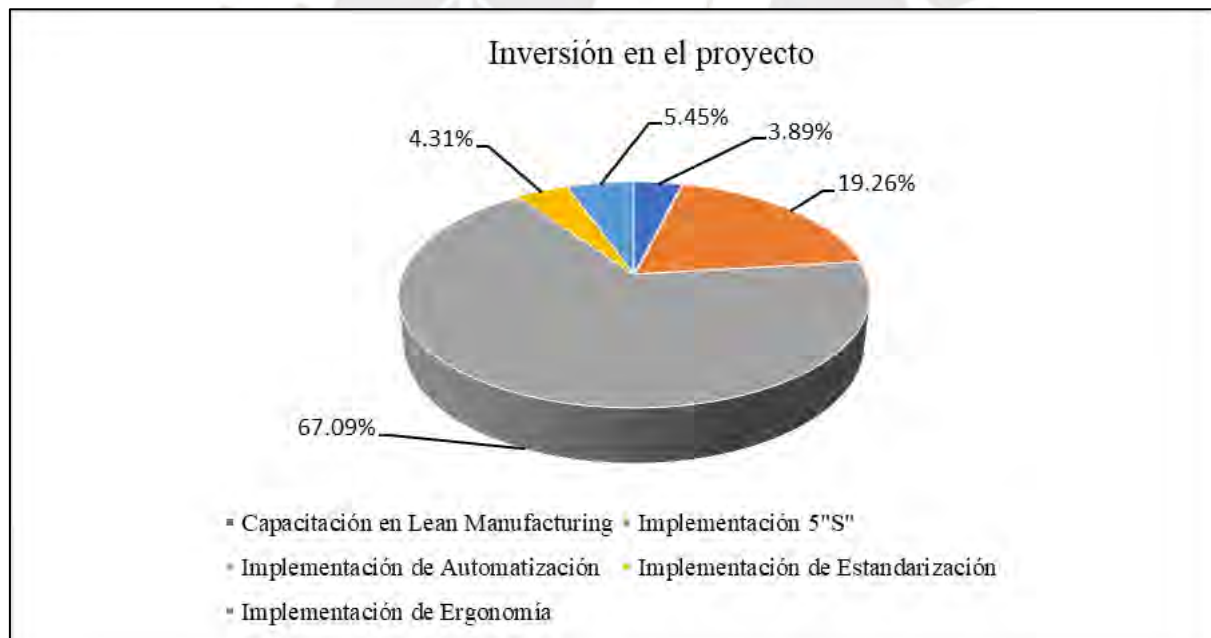
4.4. Costo total de inversión del proyecto de mejora

A continuación, en la Tabla N°81, se muestra el costo total de la inversión necesaria para el proyecto de mejora, el cual es S/.145,080.33.

Tabla N°87: Inversión total para el proyecto de mejora

Inversión	Costo de inversión (S/.)	Porcentaje (%)
Capacitación en <i>Lean Manufacturing</i>	5,640.63	3.89%
Implementación 5"S"	27,937.14	19.26%
Implementación de Automatización	97,334.36	67.09%
Implementación de Estandarización	6,254.36	4.31%
Implementación de Ergonomía	7,913.84	5.45%
Inversión total	145,080.33	100.00%

Figura 80: Porcentaje de inversión por cada herramienta



4.5. Beneficios económicos de las propuestas de mejora

En este apartado, se detallan los beneficios económicos obtenidos en la implementación de las herramientas de mejora 5“S”, automatización, estandarización y ergonomía.

4.5.1. Beneficios económicos de las 5 “S”

- Se logra liberar un espacio total de 25 m² dentro de la planta, lo cual representa un ahorro mensual de S/. 555 y un ahorro anual de S/6,660 por concepto de alquiler de un almacén fuera de la empresa.

Tabla N°88:Beneficio económico por espacio disponible

Espacio disponible al mes (m ²)	Costo de alquiler por m ² en el distrito (\$/m ²)	1 dólar equivale a	Beneficio económico mensual (S/.)	Beneficio económico anual (S/.)
25.00	6.00	3.70	555.00	6,660.00

- La venta de elementos innecesarios en el proceso de clasificación significa un ingreso único de S/.627 para la empresa.
- Se reduce el tiempo de búsqueda de materiales, insumos y herramientas de 8.67 h a 2.17 h, es decir 6.5 h al mes. Lo cual permite una producción de 67 galoneras más de disolvente mensualmente. Por lo tanto, considerando como precio unitario S/.11/galonera, se obtiene el beneficio económico anual de S/. 8,841.22 soles.

Tabla N°89:Beneficio económico por reducción en el tiempo de búsqueda

Tiempo de búsqueda de herramientas		Ahorro (h/mes)	Tiempo por envase (h/galonera)	Producción (galoneras/mes)	Precio unitario (S./galonera)	Beneficio mensual (S/.)	Beneficio anual (S/.)
Antes (h/mes)	Después (h/mes)						
8.67	2.17	6.50	0.10	67.0	11.00	736.77	8,841.22

- La cantidad de producto terminado defectuoso, por falta de orden, disminuye de 72 galoneras al mes a 24 al mes. Por lo tanto, considerando el precio unitario S/.11/galonera, la empresa obtiene un beneficio mensual de S/. 528.00 y el beneficio anual es de S/. 6,336.00.

Tabla N°90:Beneficio económico por disminución de productos defectuosos

N° de galoneras defectuosas al mes		Reducción de galoneras defectuosas al mes	Precio unitario (S./galonera)	Beneficio mensual (S/.)	Beneficio anual (S/.)
Antes	Después				
72	24	48	11.00	528.00	6,336.00

- La cantidad de producto terminado defectuoso, por falta de limpieza en el almacén, se reduce de 48 galoneras dañadas a 24 por mes, lo cual significa una reducción de la cantidad en un 50%. Por consiguiente, se tiene un beneficio mensual de S/. 264.00 y el beneficio anual de S/. 3,168.00.

Tabla N°91:Beneficio económico por disminución de productos defectuosos

N° de galoneras defectuosas al mes		Reducción de galoneras defectuosas al mes	Precio unitario (S./galonera)	Beneficio mensual (S/.)	Beneficio anual (S/.)
Antes	Después				
48	24	24	11.00	264.00	3,168.00

- Con la implementación de Salud y Seguridad en la empresa, se logra eliminar el 50% de los accidentes en los puestos de trabajo. Por lo tanto, considerando el costo de H-H de los operarios en S/. 6.51/ H-H, significa un beneficio mensual de S/. 13.02 y el beneficio anual de S/. 156.24 para la empresa.

Tabla N°92:Beneficio económico por disminución de accidentes leves

Tiempo en accidentes		Ahorro (h/mes)	Costo HH de operario (S./h)	Beneficio mensual (S/.)	Beneficio anual (S/.)
Antes (h/mes)	Después (h/mes)				
3.33	1.33	2.00	6.51	13.02	156.24

- También se logra reducir la cantidad de permisos médicos causados por efectos negativos de la exposición a los insumos tóxicos. Según datos de la empresa se da en promedio de 4 veces al año, en donde el operario tiene un descanso de una semana. Lo cual genera el ahorro de 192 HH/año.

Tabla N°93:Beneficio económico por reducción de permisos médicos

Cantidad de HH perdidas/año		Ahorro (HH/año)	Costo de operario (S/. /h)	Beneficio anual (S/.)
Antes	Después			
192	0	192	6.51	1,249.92

El beneficio económico total anual por la implementación de las 5”S” es S/. 26,411.38.

4.5.2. Beneficios económicos de la Automatización

- Con la compra de las nuevas máquinas automáticas, la cantidad de operarios se reducirá de cinco a tres operarios para verificar el correcto funcionamiento de las máquinas y etiquetar las galoneras. El ahorro de mano de obra (2 operarios) es de 4608 HH/año.

Tabla N°94:Beneficio económico por reducción de operarios

Cantidad de Operarios		Ahorro	Costo de operario (S/. /mes)	Beneficio anual (S/.)
Antes	Después			
5	3	2	1,250.00	30,000.00

- El tiempo de valor agregado (TVA) se reduciría de 152.4 min a 63 min, produciendo así 7,040 galoneras/mes. Se consideró una producción de lunes a miércoles con el fin de evitar problemas de exceso de producto terminado. Si bien la producción no cumplirá la demanda promedio de 8800 galoneras/mes, se mejorará la eficiencia productiva en un 20.94%. Además, los días restantes de la semana se destinarían a la fabricación de otros productos, de esa manera se optimizaría el uso de los recursos disponibles.

Tabla N°95:Beneficio económico por aumento de producción

Cantidad de galoneras producidad (mensual)		Beneficio (galoneras/mes)	Beneficio (galoneras/año)	Precio unitario (S/. /galonera)	Beneficio anual (S/.)
Antes	Después				
5,821	7,040	1,219	14,628	11.00	160,908.00

El beneficio económico total anual por la implementación de automatización es S/. 190,908.00.

4.5.3. Beneficios económicos de la Estandarización

- La estandarización mejora la calidad de los productos al reducir los defectos del producto final, actualmente la empresa cuenta con un promedio de 6 galones disconformes al día. Se planea reducir a 0 galones disconformes, la calidad aumentará a 100%. Generando el ahorro anual de S/. 20,658.00.

Tabla N°96:Beneficio económico por mejora de calidad

Cantidad de galoneras defectuosas		Ahorro (galoneras/día)	Ahorro en (galoneras/año)	Precio unitario (S/. /galonera)	Beneficio anual (S/.)
Antes (galoneras/día)	Después (galoneras/día)				
6	0	6	1,878	11.00	20,658.00

El beneficio económico total anual por la implementación de estandarización es S/. 20,658.00.

4.5.4. Beneficios económicos de la Ergonomía

- Uno de los beneficios consiste en la reducción de malestares lumbares, atribuibles a permanecer en posición erguida durante extensos periodos de tiempo. De acuerdo con la información recopilada por la organización, en promedio de 3 veces al año, el operario tiene un descanso de una semana. Esto se traduce en el ahorro de 144 HH/año.

Tabla N°97:Beneficio económico por reducción de malestares lumbares

Cantidad de HH perdidas/año		Ahorro (HH/año)	Costo de operario (S/. /h)	Beneficio anual (S/.)
Antes	Después			
144	0	144	6.51	937.44

- También se logra reducir la cantidad de permisos médicos causados por efectos negativos de fatiga muscular, el cual se desarrolla cuando los músculos están en uso continuo sin suficiente

descanso. Según datos de la empresa se da en promedio de 4 veces al año, en donde el operario tiene un descanso de una semana. Lo cual genera el ahorro de 192 HH/año.

Tabla N°98:Beneficio económico por reducción de fatiga muscular

Cantidad de HH perdidas/año		Ahorro (HH/año)	Costo de operario (S/. /h)	Beneficio anual (S/.)
Antes	Después			
192	0	192	6.51	1,249.92

El beneficio económico total anual por la implementación de ergonomía es S/. 2,187.36.

4.6. Beneficio económico total del proyecto

En este apartado, se muestra el resumen del beneficio económico total en cada año del proyecto por la implementación de las herramientas de mejora, el cual es equivalente a S/. 240,164.74.

Tabla N°99:Beneficio económico por cada herramienta

Propuestas de mejora	Ingresos año 1 - 3 (S/.)	Porcentaje (%)
Implementación de 5"S"	26,411.38	11.00%
Implementación de Automatización	190,908.00	79.49%
Implementación de Estandarización	20,658.00	8.60%
Implementación de Ergonomía	2,187.36	0.91%
Beneficio económico total	240,164.74	100.00%

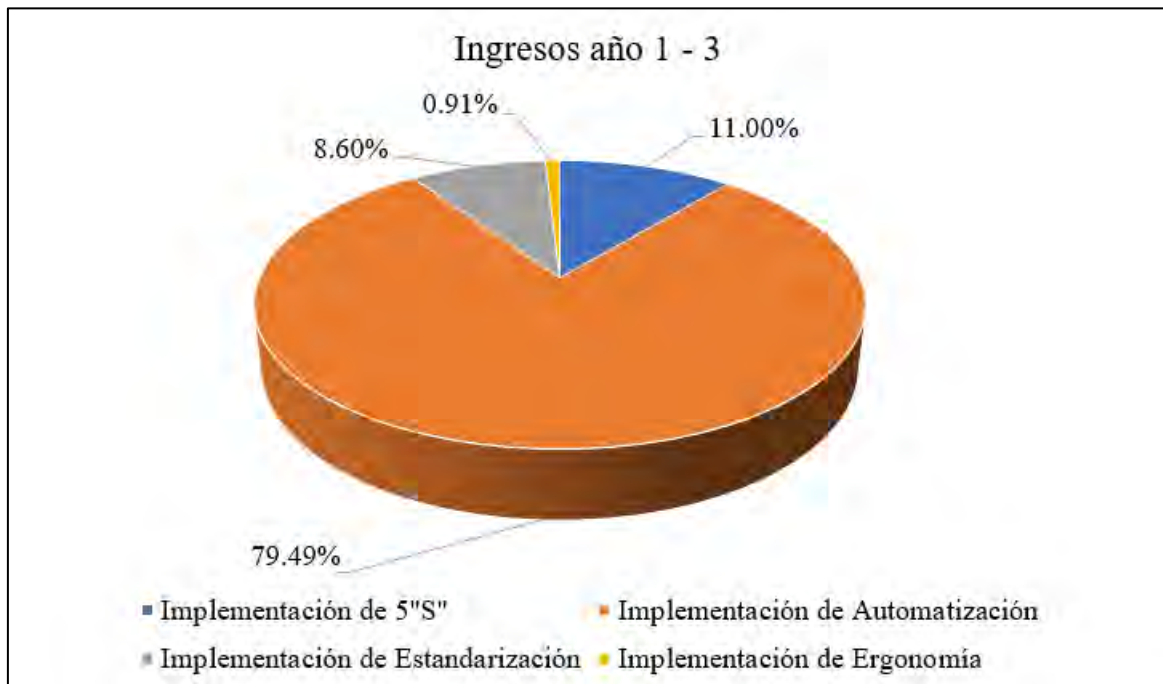


Figura 81:Beneficio económico de cada herramienta

4.7. Evaluación de la factibilidad del proyecto de mejora

En esta sección, se muestra la evaluación de la factibilidad de la propuesta de mejora mediante el Valor Actual Neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Para la elaboración del flujo de caja, se utilizará la inversión, los beneficios económicos y el costo de producción. Asimismo, se toman las siguientes consideraciones:

- El periodo de evaluación del proyecto es de 3 años.
- Los beneficios económicos se mantienen constantes alrededor del horizonte de 3 años.
- El egreso establecido desde el año 1 hasta el año 3, es el costo de producción de las unidades adicionales producidas debido a la automatización de la planta. Ver Tabla N°100.

Tabla N°100: Costo de producción anual de las unidades adicionales

Cantidad de galoneras producidas (mensual)		Beneficio (galoneras/mes)	Beneficio (galoneras/año)	Costo unitario (S/. /galonera)	Costo de producción anual (S/.)
Antes	Después				
5,821	7,040	1,219	14,628	8.50	124,338.00

A continuación, se muestra el flujo de caja proyectado para 3 años.

Tabla N°101:Flujo en el periodo de evaluación del proyecto

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos		240,164.74	240,164.74	240,164.74
Egresos	- 145,080.33	- 124,338.00	- 124,338.00	- 124,338.00
Flujo	- 145,080.33	115,826.74	115,826.74	115,826.74

Luego, en base a la tabla anterior, se determina un VAN de S/. 98,906.55 y una TIR de 60.54%, los cuales reflejan que el proyecto de mejora es viable económicamente. Además, se observa que la TIR tiene un mayor valor al COK, lo cual nos indica que el porcentaje de ingresos de la empresa será alto con respecto a la inversión en el año 0. A continuación, en la Tabla N°102, se muestran los indicadores de viabilidad del proyecto.

Tabla N°102:Indicadores de viabilidad del proyecto

Indicadores del proyecto	
COK	20%
VAN	S/ 98,906.55
TIR	60.54%

A continuación, se realiza el análisis del Tasa Interna de Retorno para cada herramienta de mejora implementada en la empresa a lo largo del periodo de evaluación del proyecto:

- Para la herramienta 5“S”, se evaluó el costo de inversión frente a los beneficios económicos a futuro, lo cual da como resultado que su implementación representa una TIR del 78%.

Tabla N°103:Flujo de la implementación de las 5”S” en el periodo de 3 años

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos		26,411.38	26,411.38	26,411.38
Egresos	-27,937.14			
Flujo	-27,937.14	26,411.38	26,411.38	26,411.38

- En el caso de la automatización, se evaluó el costo de inversión frente a los beneficios económicos a futuro, lo cual da como resultado que su implementación representa una TIR de 46.75%.

Tabla N°104:Flujo de la implementación de la automatización en el periodo de 3 años

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos		190,908.00	190,908.00	190,908.00
Egresos	- 97,334.36	- 124,338.00	- 124,338.00	- 124,338.00
Flujo	- 97,334.36	66,570.00	66,570.00	66,570.00

- En el caso de la estandarización, se evaluó el costo de inversión frente a los beneficios económicos a futuro, lo cual da como resultado que su implementación representa una TIR de 326%.

Tabla N°105:Flujo de la implementación de la estandarización en el periodo de 3 años

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos		20,658.00	20,658.00	20,658.00
Egresos	-6,254.36			
Flujo	-6,254.36	20,658.00	20,658.00	20,658.00

- En el caso de la ergonomía, se evaluó el costo de inversión frente a los beneficios económicos a futuro, lo cual da como resultado que su implementación representa una TIR de -9%.

Tabla N°106:Flujo de la implementación de la ergonomía en el periodo de 3 años

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos		2,187.36	2,187.36	2,187.36
Egresos	-7,913.84			
Flujo	-7,913.84	2,187.36	2,187.36	2,187.36

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En el diagnóstico de la empresa se analizaron el producto estrella, el flujo de valor actual del mismo y la Métrica Lean OEE, donde se identificó que los principales problemas eran la deficiencia en el almacenamiento de materia prima y producto terminado; y un bajo nivel de producción diaria.
- Después del análisis con el Diagrama de Ishikawa y el Diagrama de Pareto, se concluyó que las causas principales de la deficiencia en el almacenamiento de materia prima y producto terminado son los siguientes: no existe un lugar específico para almacenar el producto terminado, fallo en el cálculo de la capacidad de los almacenes y que los insumos químicos se encuentran alejados de la zona de trabajo.
- Después del análisis con el Diagrama de Ishikawa y el Diagrama de Pareto, se identificó que las causas principales del bajo nivel de producción de la empresa son los siguientes: el operario realiza su actividad de forma no ergonómica en la actividad de sellado, existe una distribución incorrecta del área de trabajo y movimientos repetitivos en las actividades de mezclado y etiquetado.
- Para las contramedidas, se seleccionaron las herramientas 5“S”, Automatización, Estandarización y Ergonomía. Asimismo, se describió detalladamente el objetivo, el procedimiento a seguir, las fichas de auditoría y los indicadores que se deseaba lograr con la implementación de cada una de ellas.
- El objetivo de las 5“S” era introducir y mantener una cultura de orden, limpieza y autodisciplina en los puestos de trabajo. Con la implementación de las tres primeras “S”, se lograron diversas mejoras en la empresa como un ahorro de espacio de 25m², ingreso de S/. 627 por venta de elementos identificados como innecesarios, reducción de tiempo en búsqueda de materiales de 20 a 15 min diarios y reducción de la cantidad de producto terminado defectuoso de 74 galoneras/mes a 24 galoneras/mes.
- Al realizar la implementación de la 4ta y 5ta “S”, se logró eliminar el 50% de los accidentes leves en los puestos de trabajo de la empresa que significaron un ahorro de tiempo de 24 HH/año. Finalmente, mediante la autodisciplina se logró introducir completamente la nueva

cultura de las 5“S” en la empresa, el cual era el objetivo más importante para el éxito de la mejora.

- Con la implementación de la Automatización en el proceso de producción de la empresa, se obtuvo un ahorro de 2211.84 h/año en esperas al final de cada proceso, se redujo el tiempo en el proceso de mezclado de 3828 s a 1768 s y se disminuyó significativamente el tiempo de vertimiento, sellado y etiquetado de 5027 s a 2014 s. Asimismo, se logró reducir la cantidad de operarios de 5 a 3 personas, lo cual significó un ahorro en mano de obra de 4608 HH/año.
- Al realizar la implementación de la Estandarización se obtuvo una mejora significativa en la calidad del producto terminado, se redujo la cantidad de galoneras disconformes en un 100% (de 6 a 0 al día). Además, se logró la simplificación del proceso de producción de disolventes al reducir de cinco a tres procesos; los cuales son mezclado de insumos, envasado, etiquetado y empaquetado.
- Mediante la implementación de la Ergonomía en los puestos de trabajo, se logró un ahorro de 144 HH/años atribuidos a los descansos médicos por malestar lumbar de los operarios y un ahorro de 192 HH/año por motivos de fatiga muscular.
- Finalmente, como consecuencia de la aplicación de las mejoras se logró mejorar la producción de la empresa. Asimismo, se redujo el tiempo de valor agregado (TVA) en un 58.66% de 152.4 min a 63 min, lo cual significó el aumento de la capacidad de producción de 5821 galoneras/mes a 14080 galoneras/mes.
- En la evaluación económica, se observa que con la automatización se logra el mayor costo de implementación, representando un 67.09% del total. Esto se debe a la compra de máquinas para la empresa, de esta forma lograr un mayor rendimiento en la producción de thinner acrílico.
- La implementación de la estandarización obtuvo la mayor Tasa Interna de Retorno (TIR) de 326%, es decir, es la que brinda mayor rendimiento económico a la empresa. La herramienta de las 5“S” se encuentra en segundo lugar con una TIR de 78% y la automatización cuenta con un TIR de 46.75%.
- En la evaluación económica y financiera, se obtiene los siguientes indicadores clave: COK = 20%, la TIR = 60.54% y el VAN = S/. 98,906.55, por lo tanto, se concluye que el proyecto es viable.

5.1. Recomendaciones

- La empresa necesita invertir en publicidad, debido a que realizó una inversión considerable en compra de máquinas y aumentó su capacidad de producción, de esta forma la empresa puede crecer más en el mercado peruano de la mano de buenos estándares de producción.
- Implementar un equipo de mejora continua en la empresa para fomentar una cultura de mejora constante. Este equipo colaborativo se enfocaría en identificar y solucionar problemas, con la participación activa de los empleados y el uso de herramientas específicas, la empresa podrá lograr mejoras incrementales en la eficiencia, calidad y productividad, manteniéndose competitiva y adaptándose a los cambios del mercado.
- Fortalecer la cultura de la empresa a través del conocimiento, alineamiento y el compartir de la misión, visión y valores, con todos los colaboradores, lo cual se construyó en la herramienta de las 5 “S”.
- Se recomienda la implementación de la herramienta *Just in Time*, así se tendrá la fabricación de la cantidad necesaria y en el momento exacto en que se necesitan. Esto implica, una estrecha coordinación entre proveedores, fabricantes y clientes, así como la capacidad de respuesta rápida ante cambios en la demanda.
- Se recomienda continuar con los planes de auditoría de forma permanente, para asegurar una producción que cumpla con estándares de calidad en todo el proceso de fabricación y preocupándose por el bienestar del personal.

BIBLIOGRAFÍA

ANTONUCCI, Ignacio

2020 “Lean Manufacturing: los principios del pensamiento que cambió el mundo”. En Atlas. Consulta: 6 de octubre del 2022.

<https://www.atlasconsultora.com/lean-manufacturing-y-los-principios-del-pensamiento-que-cambio-el-mundo/#:~:text=La%20casa%20del%20Lean%20Manufacturing,-A1%20implementar%20las&text=Es%20decir%2C%20comenzar%20con%20con,respaldar%C3%A1%20el%20resto%20del%20proceso>

ASENSI, Francisco

2017 *Lean Manufacturing*: Indicadores clave de desempeño para gestionar de manera eficiente la mejora continua. Carolina del Sur: CreateSpace

ASOCIACIÓN PARA EL PROGRESO DE LA DIRECCIÓN

2021 “Metodología Lean: qué es y cómo puede impulsar tu modelo de negocio”. En APD. Consulta: 6 de octubre del 2022.

<https://www.apd.es/metodologia-lean-que-es/>

CABRERA, Rafael

2012 *Manual de Lean Manufacturing*. Madrid: Editorial academia española

CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA PARA LA INDUSTRIA

2019 “Automatización industrial: Qué es y cómo funciona”. En AULA21. Consulta: 6 de octubre del 2022.

<https://www.cursosaula21.com/que-es-la-automatizacion-industrial/#:~:text=La%20automatizaci%C3%B3n%20industrial%20es%20una,relacionadas%20con%20los%20procesos%20industriales>

DE LA FUENTE, David

2005 *Distribución en planta*. España: Universidad de Oviedo

GUILLÉN, Mariano

s/f *Curso: Talleres de Operaciones*. Consulta: 7 de octubre del 2022.

HEIZER, Jay

2004 *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson educación

INGENIERÍA DE CALIDAD

2018 “¿Qué son células de manufactura? Implementación de las células de trabajo”. En *Ingeniería de calidad*. Consulta: 6 de octubre del 2022.

<https://www.ingenieriadecalidad.com/2018/10/que-son-celulas-de-manufactura.html>

KRAJEWSKI, Lee

2008 *Administración de operaciones: Procesos y cadena de valor*. México: Pearson educación

MARADIAGA, Francisco

2019 *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familia de productos mediante procesos discretos*. Madrid: Bubok Publishing S.L.

MEYERS, Fred ; STEPHENS, Matthew

2006 *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson Educación

SAFETY AT WORK

2021 “La Ergonomía para la industria en general”. En Texas Department of Insurance. Consulta: 6 de octubre del 2022.

<https://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcessp/spwpgenergo.pdf>

SOCCONINI, Luis

2019 *Lean Manufacturing paso a paso*. Lima: Alfaomega