

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MERMELADAS EN
UNA EMPRESA DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS, APLICANDO
HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Industrial

AUTORA:

Ana Gabriela Llerena Castillo

ASESOR:

Ing. Mariano Orlando Guillén Zénder

Lima, Abril, 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:


Mejora del Proceso de Fabricación de Mermeladas en una Empresa de la Industria de Alimentos,

Aplicando Herramientas de Lean Manufacturing, de la autora Ana Gabriela Llerena Castillo

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 21%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 01/05/2025.
- 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, 1 de mayo 2025

Apellidos y nombres del asesor: Guillén Zénder Mariano Orlando	
DNI:10311099	Firma 
ORCID: 0000-0003-1291-0178	



RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo realizar una propuesta de mejora al proceso de fabricación de mermeladas en una empresa de la industria de alimentos, para lo cual se aplicarán herramientas de *Lean Manufacturing* e Ingeniería Industrial.

El estudio contempla desde la presentación de los conceptos y herramientas de mejora, la presentación de la identificación de los principales problemas, el análisis de causas hasta la identificación de contramedidas con el fin de resolver o minimizar las causas raíz.

Para la identificación de los problemas de la empresa, se emplearán herramientas de diagnóstico, tales como Visual Stream Mapping, 7 + 1 desperdicios y el indicador de efectividad global de los quipos, obteniéndose como principales problemas el retraso en las fechas de entrega y la organización deficiente del área de producción.

Identificados los problemas, se analizaron sus causas raíz, utilizando herramientas como el diagrama de Ishikawa y tormenta de ideas, para luego, mediante el principio de Pareto, determinar las 3 causas más relevantes para cada problema.

Posteriormente, se plantean contramedidas basadas en herramientas de *Lean Manufacturing*, las cuales son: 5 “S”, celdas de manufactura y mantenimiento autónomo, y se continúa con el desarrollo de su implementación.

Finalmente, se realiza la evaluación económica de cada propuesta a implementar, identificando los costos y beneficios que acarrearán, para posteriormente continuar con la elaboración del flujo de caja correspondiente, a partir del cual se determina que el proyecto de mejora es viable, dado que se obtiene un VAN positivo y un TIR de 72%, el cual es mayor al COK de 21%.

Dedicatoria

Dedicado a mis padres, por ser mi mayor ejemplo de amor, esfuerzo y perseverancia. Gracias por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación universitaria.

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



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	2
1.1. Proceso.....	2
1.1.1 Tipos de proceso.....	3
1.1.2 Etapas de un proceso	4
1.1.3 Mapa de procesos.....	5
1.2. Mejora continua de procesos.....	6
1.2.1. Círculo de <i>Deming</i>	6
1.3. Herramientas de análisis de los procesos	7
1.3.1. Tormenta de ideas	7
1.3.2. Diagrama de causa y efecto.....	8
1.3.3. Diagrama de Pareto.....	9
1.3.4. Metodología de los 5 porqués.....	9
1.4. Estudio de Métodos.....	10
1.4.1. Diagrama de operaciones del proceso (DOP).....	10
1.4.2. Diagrama de actividades del proceso (DAP).....	11
1.4.3. Diagrama de recorrido (DR).....	12
1.4.4. Diagrama de actividades múltiples (DAM).....	13
1.4.5. Análisis de puestos y carga de trabajo.....	14
1.5. <i>Lean Manufacturing</i>	15
1.5.1. Antecedentes de <i>Lean Manufacturing</i>	15
1.5.2. Casa de <i>Lean Manufacturing</i>	15
1.5.3. Principios de <i>Lean Manufacturing</i>	16
1.5.4. Los 7 + 1 desperdicios.....	17
1.6. Herramientas de <i>Lean Manufacturing</i>	19

1.6.1.	Mapa de cadena de valor (VSM).....	19
1.6.2.	Las 5'S	23
1.6.3.	Celdas de manufactura	25
1.6.4.	<i>Poka-Yoke</i>	26
1.6.5.	Gestión visual – <i>Andon</i>	27
1.6.6.	Estandarización del trabajo	28
1.6.7.	<i>Kanban</i>	30
1.6.8.	<i>Just in time</i> (JIT)	32
1.6.9.	Mantenimiento autónomo.....	33
1.7.	Indicadores de desempeño de <i>Lean Manufacturing</i>	34
1.7.1.	Efectividad global de los equipos (OEE).....	34
CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA		36
2.1.	Sector y actividad económica.....	36
2.2.	La empresa.....	36
2.2.1.	Misión	37
2.2.2.	Visión.....	37
2.3.	Organización	38
2.4.	Productos	38
2.5.	Proveedores y clientes.....	41
2.5.1.	Clientes	41
2.5.2.	Proveedores.....	43
2.6.	Procesos productivos.....	43
2.6.1.	Mapa de procesos.....	43
2.6.2.	Descripción de los procesos de producción.....	44
2.7.	Instalaciones y maquinaria	52
2.7.1.	Instalaciones.....	52
2.7.2.	Maquinaria	54
2.8.	Identificación de problemas y análisis de causas.....	59
2.8.1.	Selección del proceso principal de la empresa	59

2.8.2.	Selección de la familia de productos	60
2.8.3.	Selección del producto estrella.....	61
2.8.4.	Construcción del VSM actual.....	63
2.8.5.	Determinación del <i>Takt Time</i>	66
2.8.6.	Identificación de los 7 + 1 desperdicios	67
2.8.7.	Análisis de métrica Lean (OEE).....	69
2.8.8.	Listado de problemas	71
2.8.9.	Análisis y determinación de causas principales mediante diagrama de Ishikawa y principio de Pareto	72
2.9.	Identificación de contramedidas.....	79
2.9.1.	Identificación de contramedidas para resolver las principales causas.....	79
2.9.2.	VSM con propuestas de mejora.....	79
CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA.....		81
3.1.	Implementación de las 5 “S”	81
3.1.1.	Implementación de la primera S: Clasificación	82
3.1.2.	Implementación de la segunda S: Orden	89
3.1.3.	Implementación de la tercera S: Limpieza	98
3.1.4.	Implementación de la cuarta S: Salud y seguridad	104
3.1.5.	Implementación de quinta S: Autodisciplina	110
3.1.6.	Implementación del mantenimiento autónomo.....	114
3.1.7.	Objetivo	114
3.1.8.	Desarrollo.....	114
3.1.9.	Beneficios	124
3.2.	Implementación de celdas de manufactura.....	124
3.2.1.	Objetivo	125
3.2.2.	Desarrollo.....	125
3.2.3.	Beneficios	131
3.3.	Matriz de seguimiento de indicadores	132
3.4.	VSM con mejoras.....	132

3.5. Cronograma de implementación	134
CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA	136
4.1. Cálculo del COK.....	136
4.2. Análisis de costos.....	137
4.2.1. Costo de implementación de las 5 “S”	137
4.2.2. Costo de implementación del mantenimiento autónomo	140
4.2.3. Costo de implementación de celdas de manufactura	142
4.2.4. Costo total de las herramientas de mejora	143
4.3. Beneficios económicos.....	144
4.3.1. Beneficio de la implementación de las 5 “S”.....	144
4.3.2. Beneficio de la implementación del mantenimiento autónomo	146
4.3.3. Beneficio de la implementación de celdas de manufactura	146
4.3.4. Beneficio económico total del proyecto de mejora.....	146
4.4. Flujo de caja económico.....	147
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	149
5.1. Conclusiones.....	149
5.2. Recomendaciones.....	150
BIBLIOGRAFÍA	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de productos de la empresa	40
Tabla 2: Tabla descriptiva de la licuadora industrial	54
Tabla 3: Tabla descriptiva de la dosificadora	55
Tabla 4: Tabla descriptiva de la marmita.....	55
Tabla 5: Tabla descriptiva de la despulpadora.....	56
Tabla 6: Tabla descriptiva de la rayadora	57
Tabla 7: Tabla descriptiva de la selladora.....	57
Tabla 8: Tabla descriptiva de la olla.....	58
Tabla 9: Cantidades vendidas e ingresos obtenidos por tipo de producto durante el año 2022.....	59
Tabla 10: Cantidades vendidas e ingresos obtenidos por familia de productos durante el año 2022 ...	61
Tabla 11: Cantidades vendidas e ingresos obtenidos por presentación de mermelada de fresa durante el año 2022	61
Tabla 12: Demanda del mes de mayo del 2023	63
Tabla 13: Unidad de medida	64
Tabla 14: Disposición de tiempos	64
Tabla 15: Listado de desperdicios	69
Tabla 16: Cálculo de la disponibilidad.....	69
Tabla 17: Cálculo del rendimiento	70
Tabla 18: Cálculo de la calidad	70
Tabla 19: Cálculo del OEE.....	70
Tabla 20: Listado de problemas	71
Tabla 21: Ponderación de causas del primer problema.....	73
Tabla 22: Porcentajes acumulados por causas del primer problema.....	74
Tabla 23: Ponderación de causas del segundo problema.....	76
Tabla 24: Porcentajes acumulados por causas del segundo problema	78
Tabla 25: Contramedidas	79
Tabla 26: Listado de objetos innecesarios	86

Tabla 27: Plan de limpieza de la zona productiva	99
Tabla 28: Formato de plan de limpieza diaria	100
Tabla 29: Modelo de lista de verificación de limpieza semanal	101
Tabla 30: Formato de matriz IPERC para el área productiva	104
Tabla 31: Matriz IPERC del área productiva	105
Tabla 32: Procedimiento estándar de limpieza de máquinas del área productiva	116
Tabla 33: Procedimiento estándar de mantenimiento de máquinas del área productiva	118
Tabla 34: Características de la celda de manufactura 1	126
Tabla 35: Características de la celda de manufactura 2	127
Tabla 36: Características de la celda de manufactura 3	128
Tabla 37: Balance de cargas de trabajo	129
Tabla 38: Tiempos de ciclo por celda.....	130
Tabla 39: Matriz de cumplimiento	132
Tabla 40: Cálculo del COK.....	137
Tabla 41: Costo por hora de trabajo del personal	138
Tabla 42: Costo de implementación de 5 “S” - materiales	139
Tabla 43: Costo de implementación de 5 “S” - capacitación e implementación.....	140
Tabla 44: Costo total de implementación de las 5 “S”	140
Tabla 45: Costo de implementación de mantenimiento autónomo - materiales.....	141
Tabla 46: Costo de implementación de mantenimiento autónomo - capacitación e implementación	141
Tabla 47: Costo total de implementación del mantenimiento autónomo	142
Tabla 48: Costo de implementación de celdas de manufactura - materiales.....	142
Tabla 49: Costo de implementación de celdas de manufactura - capacitación e implementación	143
Tabla 50: Costo total de implementación de celdas de manufactura	143
Tabla 51: Costo total de implementación de propuesta de mejora	143
Tabla 52: Beneficio económico al aplicar segunda “S”	144
Tabla 53: Beneficio económico al aplicar tercera “S”	145
Tabla 54: Beneficio económico al aplicar cuarta “S”	145
Tabla 55: Beneficio económico al aplicar quinta “S”.....	145

Tabla 56: Beneficio económico al aplicar mantenimiento autónomo	146
Tabla 57: Beneficio económico al aplicar celdas de manufactura	146
Tabla 58: Beneficio económico al aplicar celdas de manufactura	146
Tabla 59: Cálculo del nuevo OEE	147
Tabla 60: Flujo de caja del proyecto de mejora.....	148
Tabla 61: Indicadores de viabilidad del proyecto.....	148



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación de los elementos de un proceso	3
Figura 2: Matriz producto – proceso	4
Figura 3: Mapa de procesos	5
Figura 4: Representación del ciclo PDCA.	7
Figura 5: Representación del proceso de tormenta de ideas	8
Figura 6: Diagrama de causa y efecto	8
Fuente: (American Society for Quality, 2020)	8
Figura 7: Diagrama de Pareto	9
Figura 8: Cinco porqués.....	10
Figura 9: Diagrama de operaciones del proceso.....	11
Figura 10: Diagrama de actividades del proceso.....	12
Figura 11: Diagrama de recorrido	13
Figura 12: Diagrama de actividades múltiples	14
Figura 13: Casa de <i>Lean Manufacturing</i>	16
Figura 14: Representación del flujo continuo	17
Fuente: (Cabrera, 2012)	17
Figura 15: Los 7 + 1 desperdicios	18
Figura 16: VSM de la situación actual	20
Figura 17: <i>Takt Time</i>	21
Figura 18: VSM de la situación actual con las ideas de mejora	22
Figura 19: VSM de la situación futura	23
Figura 20: Las 5 “S”	24
Figura 21: Celda de manufactura en U.....	26
Figura 22: Representación de <i>Poka-Yoke</i>	27
Figura 23: Comunicación visual	28
Figura 24: Tabla de observación de tiempos	29
Figura 25: Hoja de trabajo estándar	30

Figura 26: Tarjeta <i>Kanban</i>	31
Figura 27: Representación de herramienta JIT.....	33
Figura 28: Tareas del mantenimiento autónomo	34
Figura 29: Fórmula para el cálculo del OEE	34
Figura 30: Fórmula detallada para el cálculo de la disponibilidad	35
Figura 31: Fórmula para el cálculo de la disponibilidad	35
Figura 32: Fórmula para el cálculo del rendimiento.....	35
Figura 33: Fórmula para el cálculo de la calidad.....	35
Figura 34: Certificación BPMG.....	37
Figura 35: Concurso innovación expo alimentaria.....	37
Figura 36: Organigrama actual de la empresa.....	38
Figura 37: Fotos promocionales del pack de cinco envases de la línea gourmet.....	39
Figura 38: Fotos promocionales de la presentación de 400 gramos de la línea gourmet	39
Figura 39: Foto de mermelada light de la línea clásica	39
Figura 40: Fotos promocionales de mermeladas de la línea clásica	40
Figura 41: Fotos promocionales de purés de la línea clásica.....	40
Figura 42: Logo supermercado Candy	41
Figura 43: Logo supermercado Wong.....	41
Figura 44: Logo <i>Swissotel</i> Lima	42
Figura 45: Logo <i>JW Marriot</i>	42
Figura 46: Logo Sodexo.....	42
Figura 47: Logo <i>Gate Gourmet</i>	42
Figura 48: Logo <i>Dunkin Donuts</i>	42
Figura 49: Logo <i>Starbucks</i>	43
Figura 50: Mercado mayorista	43
Figura 51: Mapa de procesos	44
Figura 52: Jabas de fruta	45
Figura 53: Recipientes para selección.....	45
Figura 54: Zona de lavado	46

Figura 55: Mesa de acondicionado	46
Figura 56: Olla para hervido	46
Figura 57: Máquina despulpadora.....	47
Figura 58: Máquina despulpadora.....	47
Figura 59: Zona de formulación.....	48
Figura 60: Marmita	48
Figura 61: Escalera metálica	49
Figura 62: Dosificadora	49
Figura 63: Zona de llenado	49
Figura 64: Manguera y recipientes para rociado e inmersión.....	50
Figura 65: Etiquetas de frascos	50
Figura 66: Zona de etiquetado	50
Figura 67: Productos en cajas	51
Figura 68: Diagrama de bloques del proceso productivo de mermeladas utilizando fruta fresca	51
Figura 69: Diagrama de bloques del proceso productivo de purés	52
Figura 70: <i>Layout</i> del primer piso de la planta.....	53
Figura 71: <i>Layout</i> del segundo piso de la planta	53
Figura 72: Foto de licuadora industrial	54
Figura 73: Foto de la dosificadora	55
Figura 74: Foto de la marmita.....	56
Figura 75: Foto de la despulpadora.....	56
Figura 76: Foto de la rayadora	57
Figura 77: Foto de la selladora.....	58
Figura 78: Foto de la olla.....	58
Figura 79: Procesos de la empresa	59
Figura 80: Comparativa de proporciones entre mermeladas y purés.....	60
Figura 81: Tipos de productos del proceso de producción de mermeladas.....	60
Figura 82: Comparativa de proporciones entre familias.....	61
Figura 83: Comparativa de proporciones entre presentaciones de mermelada de fresa.....	62

Figura 84: Mermelada de fresa en presentación de 400 gr	62
Figura 85: VSM actual.....	65
Figura 86: Cálculo del <i>Takt Time</i>	66
Figura 87: Comparativa de los tiempos de ciclo con el <i>Takt Time</i>	67
Figura 88: Diagrama de <i>Ishikawa</i> del primer problema	72
Figura 89: Gráfico de barras de puntajes totales de causas del primer problema	73
Figura 90: Diagrama de Pareto del primer problema	75
Figura 91: Diagrama de <i>Ishikawa</i> del segundo problema.....	75
Figura 92: Gráfico de barras de puntajes totales de causas del segundo problema.....	77
Figura 93: Diagrama de Pareto del segundo problema.....	78
Figura 94: VSM con herramientas de mejora a aplicar	80
Figura 95: Comités de implementación de 5 “S”	82
Figura 96: Flujograma de identificación de elementos innecesarios	83
Figura 97: Modelo de tarjeta roja.....	84
Figura 98: Aplicación de tarjetas rojas	85
Figura 99: Flujograma de identificación de decisión de acción	85
Figura 100: OPL de clasificación.....	87
Figura 101: Ficha de auditoría de clasificación.....	88
Figura 102: Objetos para demarcación.....	89
Figura 103: Cinta para delimitación.....	90
Figura 104: Ejemplo de demarcación.....	90
Figura 105: Ejemplo de demarcación peatonal.	91
Figura 106: Demarcación e identificación del área productiva.	91
Figura 107: Estante para formulación	92
Figura 108: Estante y organizadores para etiquetado	93
Figura 109: Organizador de utensilios	93
Figura 110: Estante para baldes	94
Figura 111: Organización de utensilios de limpieza	94
Figura 112: Modelo de etiquetado de zonas.....	95

Figura 113: Flujo de GLP	95
Figura 114: Modelo de etiquetado de instalaciones.....	95
Figura 115: OPL de orden.....	96
Figura 116: Ficha de auditoría de orden.....	97
Figura 117: Limpieza de la planta.....	98
Figura 118: OPL de limpieza	102
Figura 119: Ficha de auditoría de limpieza	103
Figura 120: Modelo de señalética de riesgo.....	106
Figura 121: Señalización del área productiva	107
Figura 122: OPL de salud y seguridad	108
Figura 123: Ficha de auditoría de salud y seguridad	109
Figura 124: Ejemplo de afiche	110
Figura 125: OPL de autodisciplina.....	112
Figura 126: Ficha de auditoría de autodisciplina.....	113
Figura 127: Comité de implementación de mantenimiento autónomo	114
Figura 128: Estándar de ajuste de pernos.....	119
Figura 129: Prueba de verificación de filos de cuchillas	119
Figura 130: Cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento de la licuadora.....	120
Figura 131: Cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento de la despulpadora	121
Figura 132: Cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento de la marmita	121
Figura 133: Cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento de la dosificadora	122
Figura 134: Cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento de la selladora	122
Figura 135: Ficha de control de mantenimiento mensual.....	123
Figura 136: Ficha de control de paradas de máquina	124
Figura 137: Comité de implementación de celdas de manufactura	125
Figura 138: Disposición de celda de manufactura 1	126
Figura 139: Disposición de celda de manufactura 2.....	127
Figura 140: Disposición de celda de manufactura 3.....	129
Figura 141: Comparación de tiempos de ciclo con <i>Takt Time</i>	130

Figura 142: Ficha de control de paradas de máquina	131
Figura 143: VSM con implementación de mejoras	133
Figura 144: Cronograma de implementación de propuesta	135
Figura 145: Porcentaje de costo de las herramientas sobre el total	144
Figura 146: Porcentaje de beneficio económico de las herramientas sobre el total	147



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: DAP actual del proceso - parte 1	151
Anexo 2: DAP actual del proceso - parte 2	152
Anexo 3: DAP propuesto del proceso – parte 1	152
Anexo 4: DAP propuesto del proceso – parte 2	153
Anexo 5: Costo de accidentes	153
Anexo 6: Cálculo de la producción.....	153
Anexo 7: DAM de celda de manufactura 2.....	154



INTRODUCCIÓN

La demanda de mermeladas, especialmente aquellas de sabores exóticos, aumenta de manera sostenida en los últimos años. Perú es un país con una amplia gama de frutas nativas, con lo que constituye un escenario idóneo para el crecimiento de empresas nacionales dedicadas a dicho rubro.

En la presente tesis se presenta como materia de estudio una empresa del rubro de la industria de alimentos, dedicada a la producción de mermeladas y purés. Tras una primera investigación se encontró que sus principales problemas son: desorden en el área de trabajo y almacén, falta de señalización, bajo nivel de estandarización de procesos, calidad inconsistente y gran cantidad de procesos manuales. Por ello, con la finalidad de mejorar el proceso productivo de las mermeladas, su producto estrella, se presentarán y aplicarán diversas herramientas de *Lean Manufacturing* e Ingeniería Industrial.

En el primer capítulo, se desarrollarán los conceptos, metodologías y herramientas de *Lean Manufacturing* e Ingeniería Industrial necesarias para el análisis y planteamiento de la propuesta de mejora.

En el segundo capítulo, se presentarán detalles relevantes sobre la empresa, tales como sus productos, clientes, proveedores, maquinaria, disposición de planta y procesos productivos. Posteriormente, se realizará la identificación de los problemas mediante la aplicación de herramientas adecuadas, tales como el mapa de la cadena de valor, los 7 + 1 desperdicios y eficiencia global de los equipos. Definidos los dos problemas principales, se determinarán las causas raíz y se presentarán las contramedidas planteadas a partir del uso de las herramientas de mejora seleccionadas.

En el tercer capítulo, se ejecutará la implementación de las propuestas de mejora planteadas en el capítulo anterior.

En el cuarto capítulo, se presentará la evaluación económica de los resultados obtenidos a partir de la implementación de las mejoras.

Por último, en el quinto capítulo se presentarán las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

Se definirán los conceptos teóricos que serán empleados para el análisis y propuesta de mejora del proceso de fabricación de mermeladas de una empresa de la industria de alimentos.

1.1. Proceso

Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008), un proceso es una actividad o conjunto ordenado de actividades mediante las que se transforman insumos para generar productos o servicios para los clientes.

Según Pérez (2012), un proceso presenta los siguientes elementos:

- **Entradas:** Es toda la información, documentación, materia prima, personas, entre otros recursos necesarios para realizar las actividades del proceso.
- **Secuencia de actividades:** Son la serie de actividades ordenadas con el objetivo de transformar las entradas en bienes o servicios.
- **Salidas:** Es el producto final o servicio que se ofrece al cliente.
- **Sistemas de control:** Son las actividades alineadas a garantizar el cumplimiento de los requisitos del cliente.
- **Límites:** Todo proceso tiene un inicio y un fin determinado.

En la figura 1, se muestra una representación de los elementos de un proceso.

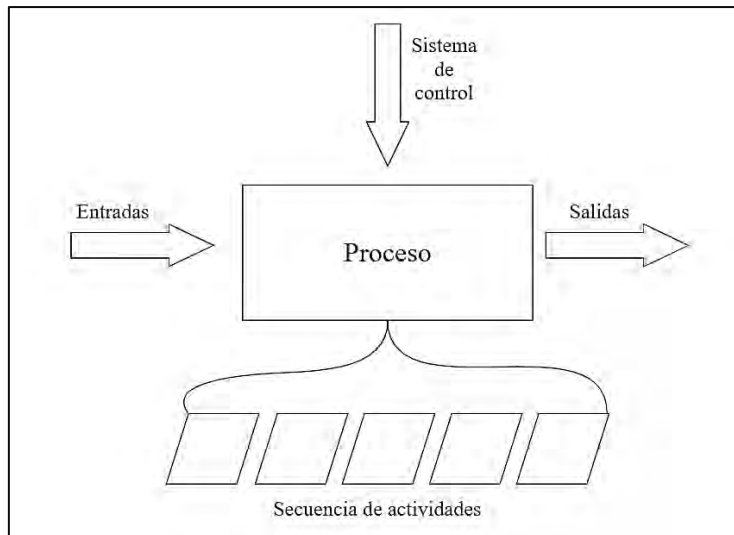


Figura 1: Representación de los elementos de un proceso

Fuente: (Pérez, 2012)

1.1.1 Tipos de proceso

Se describe brevemente los tipos de procesos productivos:

- **Producción por proyecto o bajo pedido:** Se caracterizan porque se produce un producto exclusivo y altamente individualizado, por lo que cada empresa dispone de un proceso productivo específico alineado a cumplir con los requerimientos del cliente (Concepto, 2021).
- **Producción por lotes:** Se distingue porque se producen pequeños volúmenes de productos diferentes entre sí. (Concepto, 2021).
- **Producción artesanal:** Aquella en la que se producen una amplia gama de productos con un bajo volumen de producción, su fuerza de trabajo está conformada por artesanos experimentados en su faena y, con frecuencia, los productos se dirigen a un nicho de mercado específico (Concepto, 2021).
- **Producción en masa:** Se caracteriza por contar con procesos estandarizados y altamente automatizados, con el fin de producir un gran volumen de productos similares o iguales entre sí con un menor costo y en menor tiempo (Concepto, 2021).

- **Producción continua:** Aquella que fabrica productos homogéneos o con pocas variaciones, que cuentan con un proceso productivo igual o muy similar entre sí, por lo que no requieren procesos ni tiempos de cambio, generando así un flujo ininterrumpido de producción. Sus procesos suelen ser altamente automatizados (Concepto, 2021).

En la figura 2, se muestra un diagrama matriz producto proceso que esquematiza los conceptos presentados.

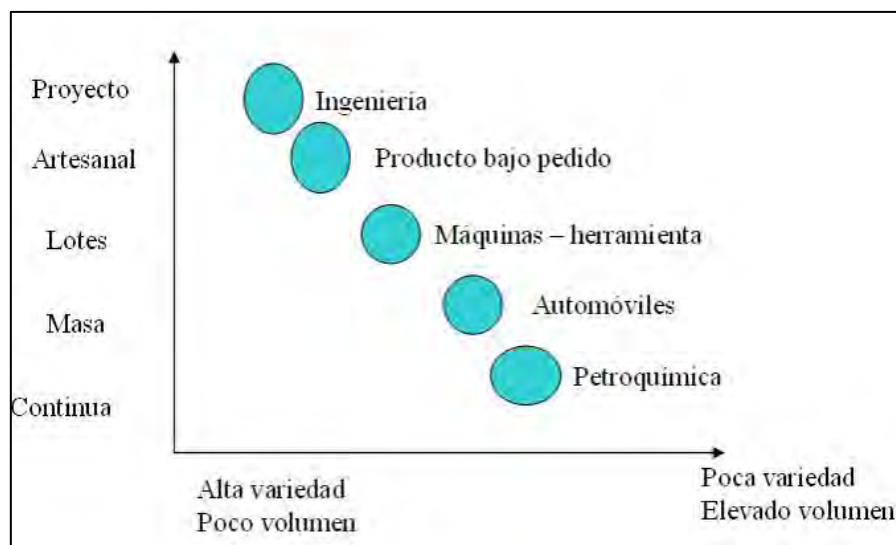


Figura 2: Matriz producto – proceso
Fuente: (Dirección de producción y operaciones, 2020)

1.1.2 Etapas de un proceso

Según la OBS Bussines School (2021), las etapas del proceso de producción son las siguientes:

- **Etapa analítica:** También conocida como de acopio, consiste en que la empresa busca obtener la mayor cantidad de insumos y materias primas necesarias para la producción de sus bienes o servicios al menor costo posible.
- **Etapa de síntesis:** Se realizan actividades de producción o montaje, en esta etapa se transforma la materia prima en un producto. Durante esta etapa se requiere realizar un seguimiento y monitorización de los procesos productivos.

- **Etapa de acondicionamiento:** También llamada de procesamiento, consiste en preparar los productos para su ingreso al canal de comercialización, de manera que cumplan con la satisfacción de las necesidades de los clientes.

1.1.3 Mapa de procesos

Según la norma ISO 9001 2015, un mapa de procesos consiste en un diagrama estructurado en procesos estratégicos, operativos y de soporte, los cuales se detallan a continuación (página web nueva-iso-9001-2015, 2016):

- **Procesos estratégicos:** Son aquellos orientados a las actividades directivas, con énfasis en procesos de planificación y toma de decisiones cruciales.
- **Procesos operacionales:** Se enfocan en fabricación del producto o realización del servicio, y son la columna vertebral del mapa.
- **Procesos de soporte:** Se encuentran ligados a las actividades de apoyo y mantenimiento a los procesos operacionales.

En la figura 3, se muestra un ejemplo de mapa de procesos.

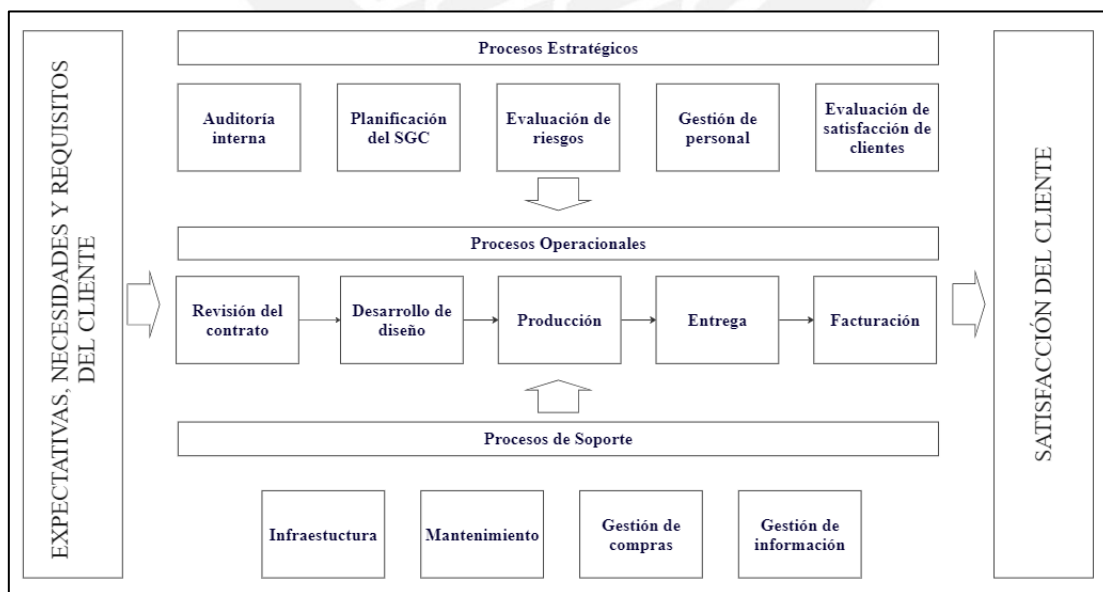


Figura 3: Mapa de procesos
Fuente: (nueva iso 9001, 2015, 2016)

1.2. Mejora continua de procesos

Con el objetivo de proponer mejoras al proceso productivo, es necesario emplear métodos o herramientas que permitan planificar la ejecución de dichas mejoras. Por ello, a continuación, se presenta el método del ciclo PDCA o círculo de Deming.

1.2.1. Círculo de *Deming*

Según Madariaga (2013), el círculo o rueda de *Deming*, también conocido como ciclo PDCA por sus siglas en inglés, es un método de mejora continua constituido por cuatro pasos que fue desarrollado por Walter Shewhart y divulgado por Edwards Deming.

Según la página web DispatchTrack (2020), el círculo de Deming presenta beneficios como el incremento de la productividad, mejora continua y aplicación ilimitada a diversos procesos.

Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008), los cuatro pasos que conforman la rueda de *Deming* son los siguientes:

- **Plan (Planear):** Se selecciona y documenta el estado actual del proceso a mejorar, posteriormente se establecen objetivos de mejoramiento y se analizan opciones para alcanzar dichos objetivos, para finalmente establecer un plan de mejora con indicadores cuantificables.
- **Do (Hacer):** Se ejecuta el plan de mejora y se observa el progreso. Se recaban datos de forma continua para medir los avances y, de ser necesarios, se realizan modificaciones y revisiones adicionales.
- **Check (Verificar):** Se analizan los datos obtenidos en el paso Do (Hacer) y se contrasta con los objetivos determinados en la etapa Plan (Planear).
- **Act (Actuar):** Se analizan los resultados, de ser exitosos, se documenta el proceso mejorado a fin de convertirlo en el nuevo procedimiento estándar.

En la figura 4, se muestra una representación del ciclo PDCA.

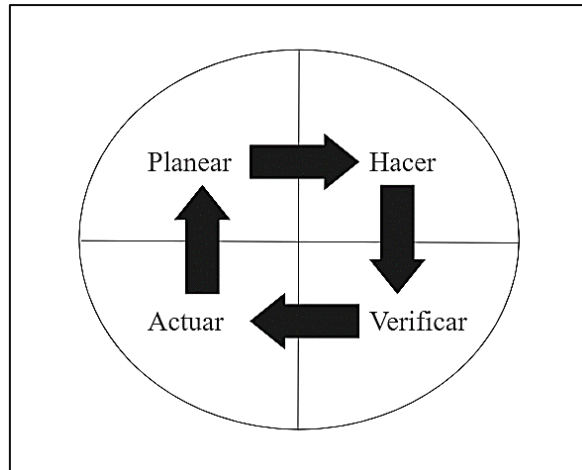


Figura 4: Representación del ciclo PDCA.
Fuente: (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2008)

1.3. Herramientas de análisis de los procesos

A continuación, se presentan las herramientas que serán empleadas para realizar el análisis de la situación actual de la organización.

1.3.1. Tormenta de ideas

Según la *American Society for Quality* (2020), se define como un método colaborativo de creación de ideas. Se puede aplicar para la generación de ideas creativas y originales, o para proponer soluciones a un problema.

El procedimiento consta de cuatro pasos (*American Society for Quality*, 2020):

- Dar a conocer las reglas al grupo.
- Informar el tema o problema a tratar, y plantear la interrogante.
- Brindar un tiempo prudente para que cada participante reflexione sobre el tema y organice sus ideas.
- Invitar a los participantes a hablar sobre sus ideas y registrarlas.
- Continuar con la dinámica hasta que no se produzcan más ideas.

En la figura 5, se muestra la representación del proceso de tormenta de ideas.

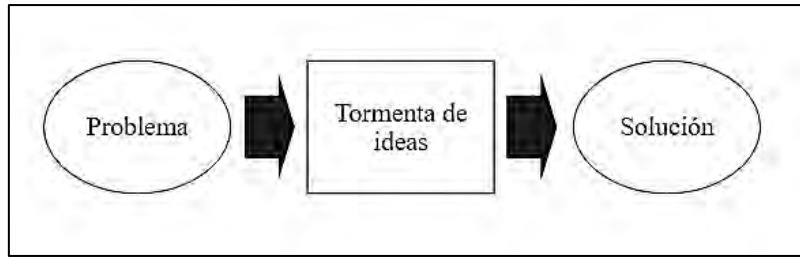


Figura 5: Representación del proceso de tormenta de ideas

1.3.2. Diagrama de causa y efecto

Según la *American Society for Quality* (2020), el diagrama de causa y efecto, también conocido como diagrama de *Ishikawa* o digrama de espinazo de pescado, es una herramienta que facilita la identificación de las posibles causas de un problema.

En la cabeza del pescado se coloca el problema objeto de análisis, en las espinas se coloca las categorías de las causas y en las pequeñas espinas se colocan las causas identificadas, además, de ser necesario se añaden subcausas. Usualmente, se emplean seis (06) categorías de causas predeterminadas: método, máquina, hombre, material, entorno y medida, sin embargo, de ser necesario pueden modificarse.

En la figura 6, se muestra el esquema de un diagrama de causa y efecto.

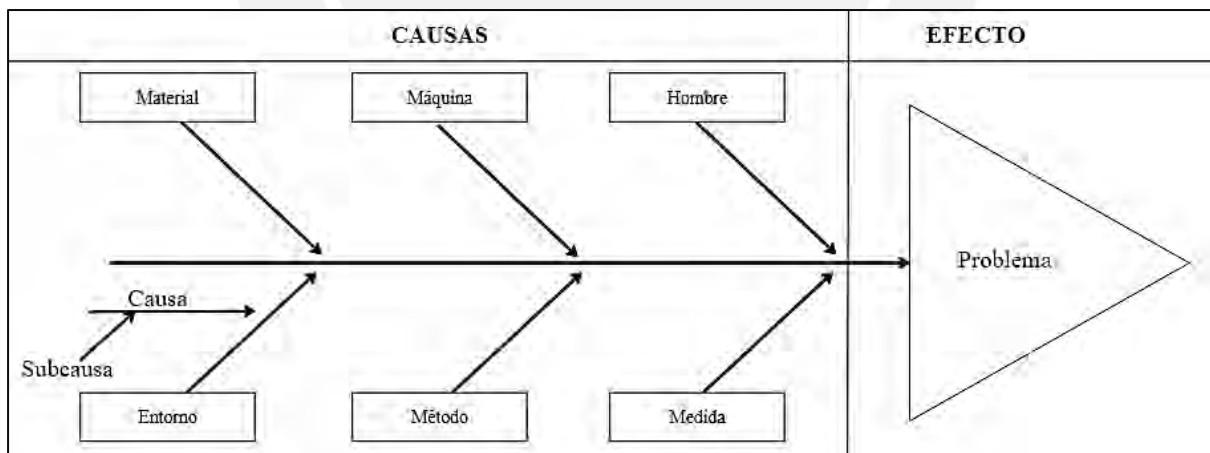


Figura 6: Diagrama de causa y efecto
Fuente: (American Society for Quality, 2020)

1.3.3. Diagrama de Pareto

Según la consultora *Lean Construction Mexico* (2020), esta herramienta permite identificar que problemas son los más relevantes mediante la aplicación del principio de Pareto, el cual se basa en que el 80% de los problemas se originan por el 20% de las causas.

Esta gráfica es útil en tanto que permite identificar visualmente los principales problemas y jerarquizarlos según su impacto, logrando así la eficiencia de recursos en resolución de los problemas.

En la figura 7, se muestra un ejemplo de diagrama de Pareto.

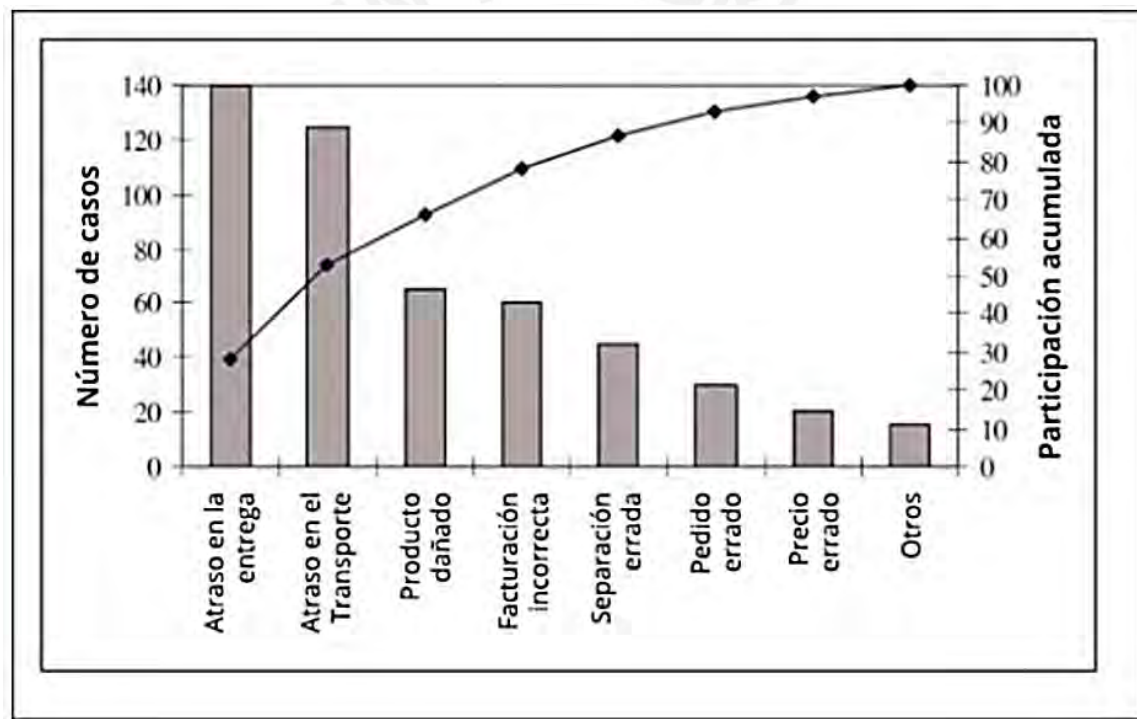


Figura 7: Diagrama de Pareto
Fuente: (Lean Construction México, 2020)

1.3.4. Metodología de los 5 porqués

Según la *EAE Business School* (2022), la metodología de los cinco porqués es una técnica de resolución de problemas, consiste en elegir un problema y realizar cinco veces la pregunta ¿Por qué?, de modo que en la quinta respuesta se podrá determinar la causa raíz.

En la figura 8, se muestra un esquema del flujo de aplicación de los 5 porqués.

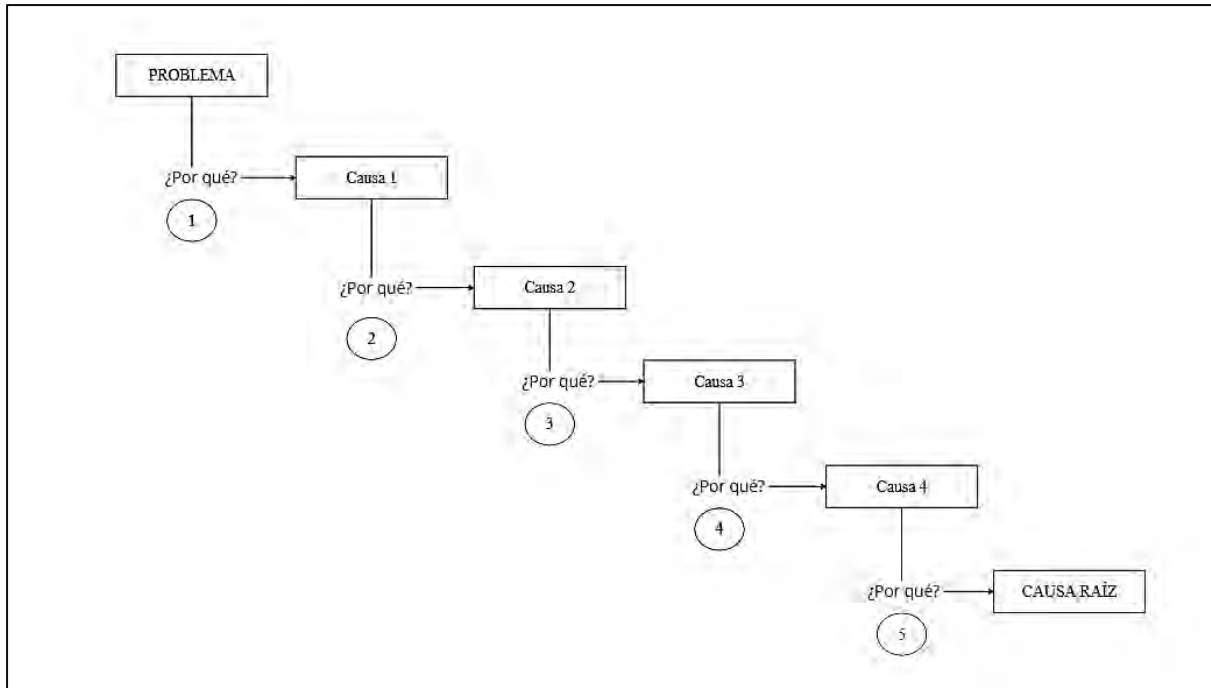


Figura 8: Cinco porqués

1.4. Estudio de Métodos

El estudio de métodos es una técnica para llevar a cabo un estudio del trabajo, que consiste en el registro y análisis de los procesos actuales, con el objetivo de optimizarlos. Para ello, se emplean un conjunto de diagramas que facilitarán la comprensión del proceso (Zelada, 2018, clase 9).

1.4.1. Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

Según Barnes (1972), el diagrama de operaciones del proceso es una herramienta que permite recopilar información de un proceso productivo de forma resumida, visibilizando la secuencia de operaciones, los puntos de control o inspecciones, el ingreso de materias primas e insumos al proceso, la salida de desperdicios o residuos, y los ensambles requeridos para obtener el producto final.

Para su elaboración se consideran tres símbolos: el círculo, el cuadrado y el círculo dentro del cuadrado, los cuales representan una operación, inspección y actividad combinada, respectivamente. Adicionalmente, se debe anexar un cuadro resumen en el que se especifica la cantidad de veces que se empleó cada símbolo (Barnes, 1972).

En la figura 9, se muestra un ejemplo de DOP.

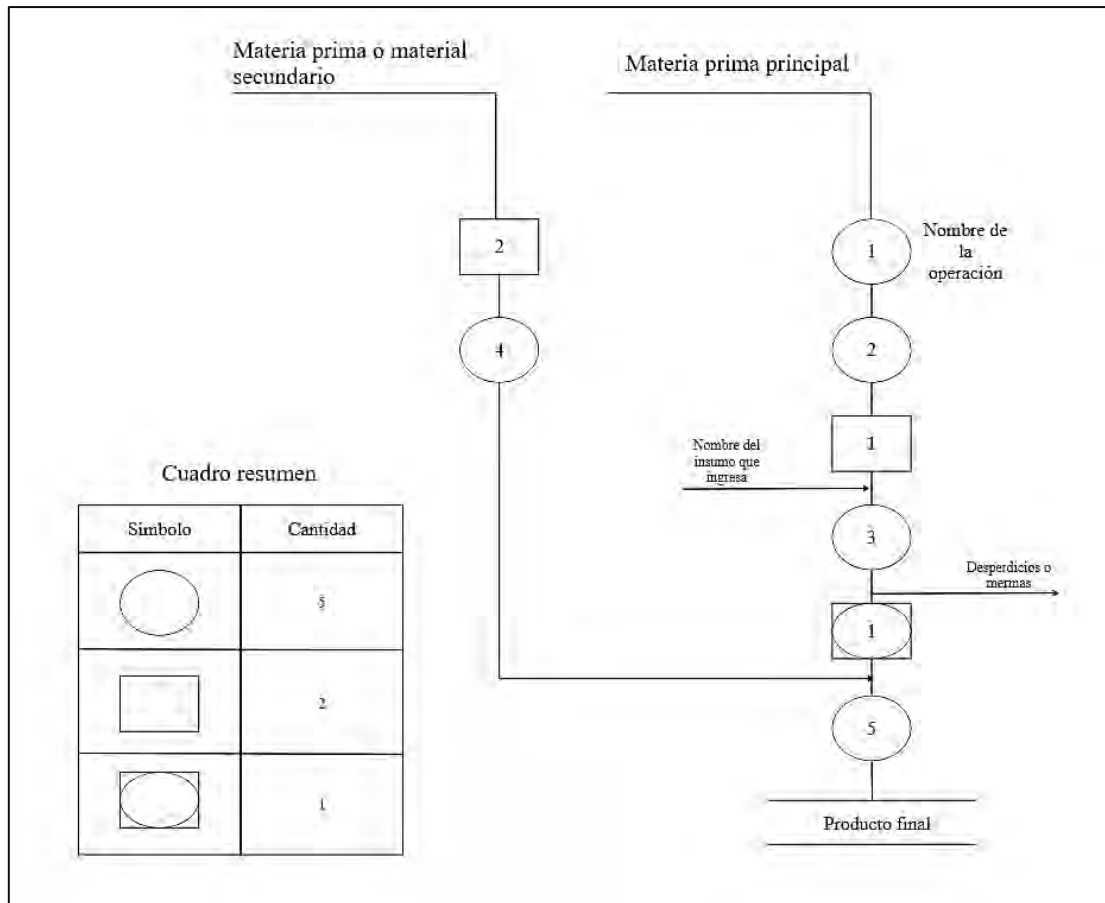


Figura 9: Diagrama de operaciones del proceso
Fuente: (Solo Industriales, 2018)

1.4.2. Diagrama de actividades del proceso (DAP)

Según Barnes (1972), el diagrama de actividades del proceso permite una visión más detallada del proceso productivo que un diagrama de operaciones del proceso, pues, además de las operaciones y las inspecciones, incluye los transportes, almacenamientos y esperas; con lo que permite determinar problemas y sugerir mejoras. Adicionalmente, se debe incluir un cuadro resumen, el cual permite conocer el tiempo empleado, las distancias recorridas y los costos asociados.

Para su elaboración se consideran cinco símbolos (Barnes, 1972):

- **Círculo:** Simboliza una operación.
- **Cuadrado:** Muestra una inspección.
- **Flecha:** Indica un transporte
- **Triángulo invertido:** Representa un almacenamiento.
- **“D”:** Muestra una espera o demora.

En la figura 10, se muestra un ejemplo de DAP

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO									
<input type="checkbox"/> Operario			<input type="checkbox"/> Material			<input type="checkbox"/> Equipo			
Diagrama N°:			Hoja N° De			Cuadro resumen			
Proceso:				Actividad		Actual	Propuesta	Economía	
Método: <input type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto				Operación					
Lugar:				Transporte					
Operario(s):				Espera					
Elaborado por:			Fecha:			Inspección			
Aprobado por:			Fecha:			Almacenamiento			
Ficha N°:				Distancia (m)					
Fecha:				Tiempo (min)					
				Costos		Maquinaria			
						Material			
						Mano de obra			
				TOTAL					
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observaciones
				○	□	⇨	▽	D	

Figura 10: Diagrama de actividades del proceso
Fuente: (Zelada 2018, clase 09)

1.4.3. Diagrama de recorrido (DR)

El diagrama de recorrido es un diagrama de actividades del proceso plasmado en el *layout* de una planta, de manera que se localicen los espacios donde se llevan a cabo las operaciones y la ruta que sigue el proceso (Zelada, 2018, clase 11).

En la figura 11, se muestra un ejemplo de DR.

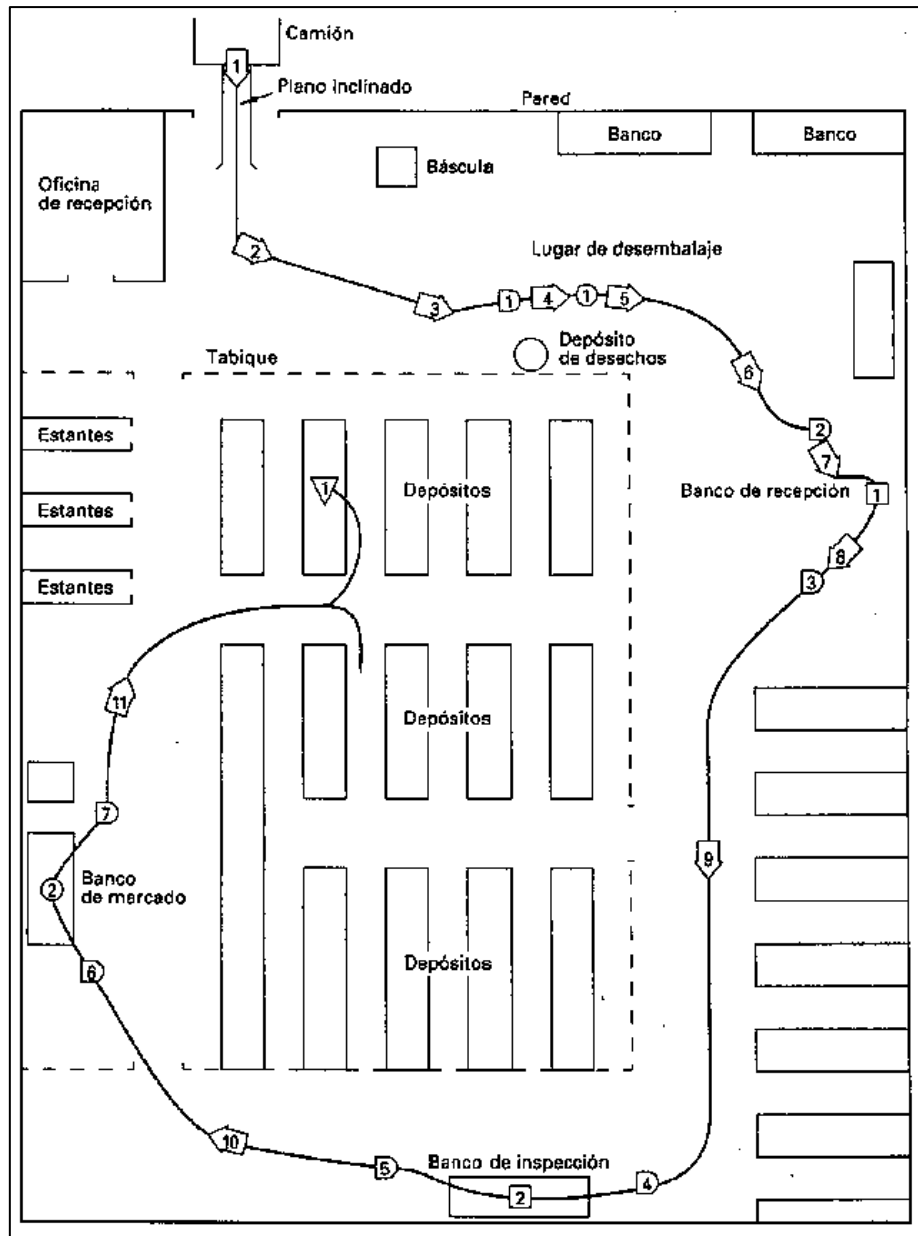


Figura 11: Diagrama de recorrido
Fuente: (Zelada 2018, clase 11)

1.4.4. Diagrama de actividades múltiples (DAM)

Este diagrama permite registrar la secuencia de operaciones en las que participan operarios y máquinas, y el tiempo empleado por cada uno de ellos. Tiene como objetivo optimizar la sincronización del conjunto (Zelada, 2018, clase 12).

En la figura 12, se muestra un ejemplo de DAM.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES						
Diagrama N°:		Hoja N° De		Resumen		
Producto:				Actual	Propuesto	Economía
			Tiempo de ciclo (minutos)			
Proceso:			Hombre			
			Máquina			
		Tiempo de trabajo (minutos)				
Máquina(s):			Hombre			
			Máquina			
		Tiempo inactivo (minutos)				
Operario(s):			Ficha N°:			
			Utilización (%)			
Elaborado por:			Fecha:			
			Hombre			
		Máquina				
Tiempo (minutos)	Operario		Máquina			Tiempo (minutos)

Figura 12: Diagrama de actividades múltiples
Fuente: (Zelada 2018, clase 12)

1.4.5. Análisis de puestos y carga de trabajo

La carga de trabajo representa el porcentaje de ocupación de una persona en un puesto durante un período determinado para ejecutar tareas o actividades específicas. Mediante el análisis de puestos y cargas de trabajo es posible determinar cuánto personal se requiere para una tarea, identificar puestos subutilizados o sobreutilizados y redistribuir el trabajo de manera más eficiente (Zelada, 2018, clase 19).

La fórmula para calcular la carga de trabajo es la siguiente:

$$CT (\%) = \frac{\text{Tiempo requerido} \times 100\%}{\text{Tiempo disponible}}$$

Donde,

CT: Carga de trabajo

Tiempo requerido: Tiempo necesitado para realizar todas las tareas asignadas al puesto

Tiempo disponible: Tiempo neto (sin refrigerios) del que dispone el trabajador para realizar sus tareas asignadas

1.5. *Lean Manufacturing*

Según Madariaga (2013), *Lean Manufacturing* es una metodología de producción, centrada en la reducción y eliminación de toda actividad que no generen valor para el cliente y consuma recursos.

Según Cabrera (2012), algunos de los principales objetivos de la metodología *Lean* son: eliminar o reducir defectos y desperdicios, minimizar los niveles de inventarios en proceso, utilizar adecuadamente el espacio disponible y, por último, reducir los tiempos productivos mediante la reducción de los periodos de espera, reparación y preparación.

En los siguientes incisos se desarrollarán los conceptos y principios fundamentales sobre los que se rige la metodología *Lean Manufacturing*.

1.5.1. Antecedentes de *Lean Manufacturing*

Hacia el año 1937 Kiichiro Toyoda fundó la empresa de automóviles Toyota Motor Company, sin embargo, en 1950, luego de la segunda guerra mundial, la organización se vio envuelta en una crisis financiera, derivando en la dimisión de Kiichiro de la dirección de la empresa. Eiji Toyoda, primo de Kiichiro, luego de visitar las plantas de la empresa *Ford Motor Company* y observar sus métodos de producción en masa llegó a la conclusión de que dichas metodologías no eran aplicables en el mercado japonés de la posguerra; es entonces que, junto al ingeniero mecánico Taiichi Ohno, propusieron un nuevo método de producción: el Sistema de producción de Toyota (TPS), cuyo objetivo es la mejora de la eficiencia del proceso productivo a través de la eliminación de desperdicios (Madariaga, 2013).

Los resultados del nuevo sistema fueron favorables, de manera que en 1980 las empresas automovilísticas japonesas lograron producir alrededor de siete millones de automóviles al año. Posteriormente, el ingeniero John Krafcik, acuñó por primera vez el término "*Lean Production*" para referirse a la nueva metodología de producción de las fábricas Toyota (Madariaga, 2013).

1.5.2. Casa de *Lean Manufacturing*

Según Madariaga (2013), la empresa automovilística Toyota planteó una analogía para explicar su método de producción, de manera que lo comparó con una casa. Los objetivos del *Lean Manufacturing*,

como la mejora de la calidad, reducción de lead time y menores costos, se ubican en el techo de la casa, que se apoya en dos columnas: *Just InTime (JIT)* y *Jidoka*. Asimismo, dichas columnas se apoyan sobre tres bases: *Heijunka*, estandarización y estabilidad, finalmente, dichas bases se cimientan sobre la confianza, respeto, liderazgo y colaboración entre el personal de la organización.

En la figura 13, se presenta la casa de *Lean Manufacturing*.

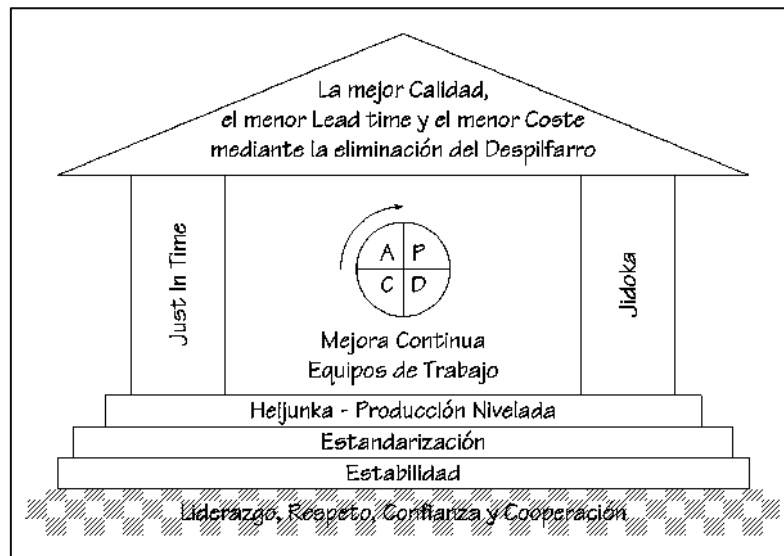


Figura 13: Casa de *Lean Manufacturing*
Fuente: (Madariaga, 2013)

1.5.3. Principios de *Lean Manufacturing*

Según Cabrera (2012), la metodología *Lean Manufacturing* implica hacer más con menos, orientándose siempre a satisfacer al cliente. Para ello, se establecen seis principios fundamentales, que fungirán de guía para la transición de una metodología tradicional a una *Lean*:

- **Definir el valor desde el enfoque del cliente:** La orientación que se le dé al producto o servicio debe ser siempre orientado a conseguir la satisfacción de las expectativas y necesidades del cliente.
- **Identificar la cadena de valor:** Reducir o, en lo posible, eliminar desperdicios y pasos del proceso productivo que no agreguen valor, dejando solo lo absolutamente necesario para crear valor para el cliente.

- **Crear flujo:** Buscar un flujo continuo, el cual implica que cada pieza que pase por un proceso se mueva al siguiente sin esperas y sin generar inventarios en proceso.
- **Generar el “jale” del cliente a la producción:** Buscar que el cliente sea quien incentive la producción mediante órdenes de compra.
- **No perder el tiempo en explicaciones ni justificaciones:** Eliminar la burocracia y orientarse por un proceso más ágil y disruptivo.
- **Orientarse a la perfección:** Perseguir la mejora continua de manera permanente, pues siempre es posible aumentar la eficiencia.

En la figura 14, se muestra una representación del flujo continuo.

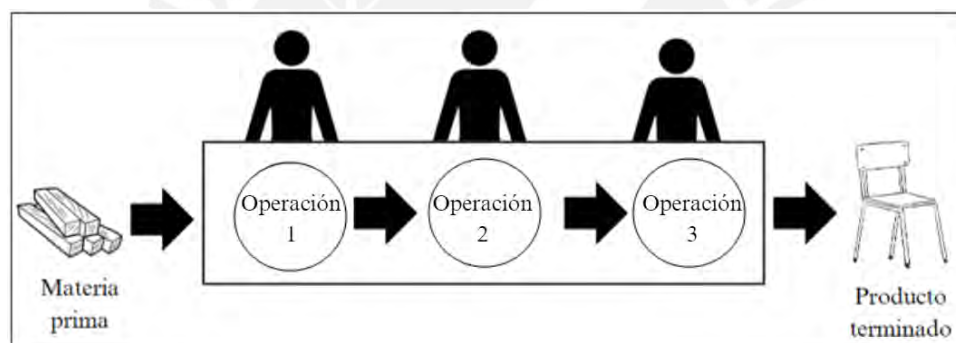


Figura 14: Representación del flujo continuo
Fuente: (Cabrera, 2012)

1.5.4. Los 7 + 1 desperdicios

Según Madariaga (2013), se definen ocho tipos de desperdicios que deben ser reducidos o, en lo posible, eliminados:

- **Sobreproducción:** Consiste en producir más de lo necesario para atender exactamente la cantidad demandada por los clientes.
- **Exceso de inventario:** Se refiere a poseer más inventario del necesario para atender la demanda, ya sea de materia prima, insumos, productos en proceso o productos terminados.

- **Transportes innecesarios:** Son aquellos movimientos o desplazamientos de materiales o insumos que no añaden valor al producto.
- **Esperas:** Son retrasos o tiempos de espera que se le presentan al operario para poder continuar con su labor.
- **Movimientos que no generan valor:** Son aquellos movimientos del operario que no agregan valor al producto.
- **Defectos y reprocesamiento:** Se consideran a todos aquellos productos, en proceso o terminado, que se alejan de los parámetros preestablecidos, debido a una falla, error u omisión durante el proceso productivo.
- **Sobre procesamiento:** Son aquellos procesos que añaden características o propiedades al producto que no generan valor para el cliente.
- **Desaprovechamiento del conocimiento:** Consiste en no aprovechar todo el potencial intelectual de los miembros de la empresa para mejorar los procesos o solucionar problemas.

En la figura 15, se muestra un esquema de los 7+1 desperdicios.



Figura 15: Los 7 + 1 desperdicios
Fuente: (Madariaga, 2013)

1.6. Herramientas de *Lean Manufacturing*

Se presentan algunas herramientas de *Lean Manufacturing* que apuntan a optimizar los procesos de una organización.

1.6.1. Mapa de cadena de valor (VSM)

Según Cabrera (2012), el *Value Stream Mapping*, o mapa de cadena de valor, es una herramienta que permite comprender un proceso e identificar los desperdicios a través de la representación gráfica del flujo, de manera que facilita el planteamiento de mejoras.

La aplicación de la metodología VSM abarca los siguientes pasos (Cabrera, 2012):

- **Seleccionar una familia de productos:** Una familia de productos es un grupo de productos que poseen similares procesos y equipos. Se debe limitar el desarrollo del mapa a una sola familia de productos, priorizando la elección de aquella que tenga un mayor impacto en el volumen de ventas o ingresos de la organización.
- **Elaborar el mapa de la situación actual:** Se mostrará el flujo actual que sigue la empresa; para ello, se deben seguir las pautas que se listan a continuación:
 - Representar al cliente, proveedor y control de producción con los símbolos correspondientes.
 - Graficar los procesos de forma ordenada y secuencial, de izquierda a derecha.
 - Registrar los requisitos del cliente por mes y día.
 - Graficar el icono de entrega al cliente, especificando su frecuencia.
 - Graficar el icono de recepción de materiales, especificando su frecuencia.
 - Agregar las flechas de comunicación, especificando su frecuencia.
 - Recopilar y plasmar la información en los recuadros de cada proceso, como tiempo de ciclo, tiempo de valor agregado, tiempo de cambio, tiempo disponible, porcentaje de funcionamiento, número de operarios y plazos de entrega.
 - Representar a los operarios, especificando su cantidad.
 - Añadir información del número de turnos por día.

- Graficar los inventarios y sus niveles.
- Agregar los símbolos de *push*, *pull* y PEPS (Primeras entradas, primeras salidas)
- Colocar los tiempos de valor agregado y los tiempos de entrega en la línea inferior al gráfico.
- Calcular el tiempo total de valor agregado y el tiempo total de producción.

En la figura 16, se muestra un ejemplo de VSM actual.

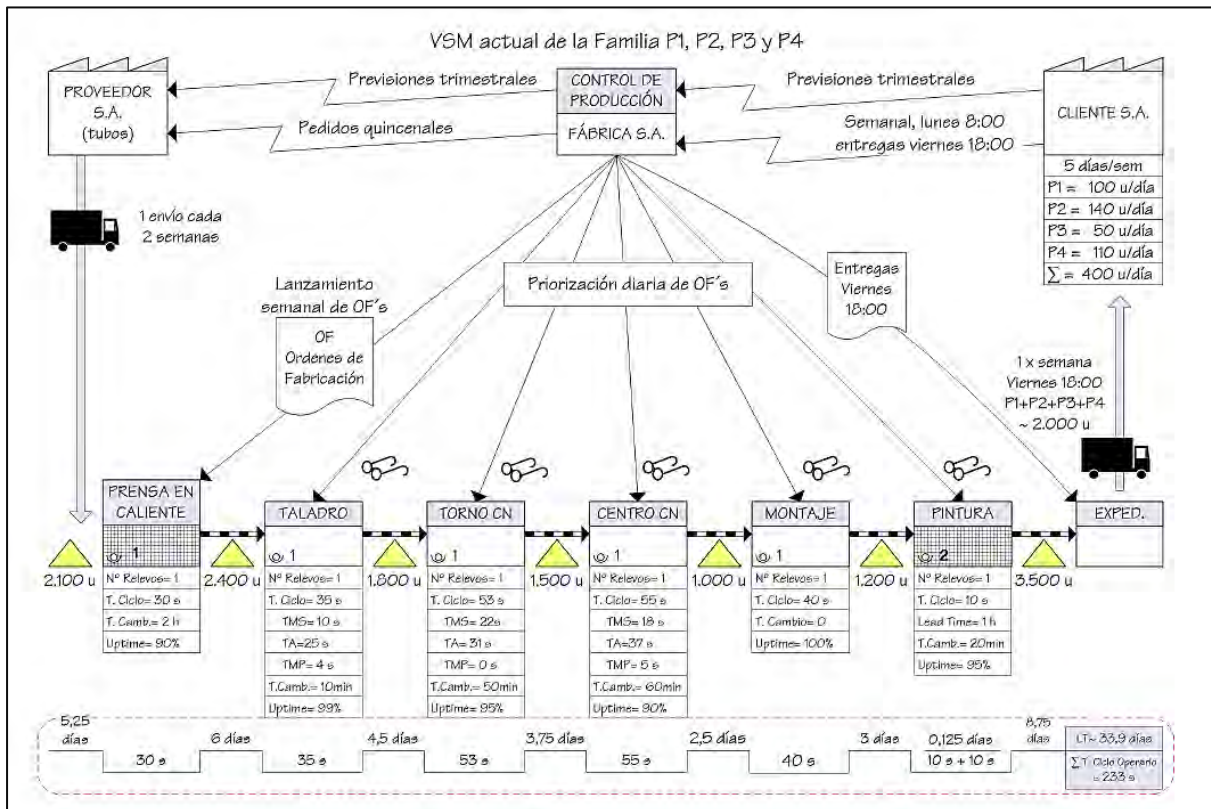


Figura 16: VSM de la situación actual

Fuente: (Madariaga, 2013)

- **Plantear propuestas de mejora:** Es necesario plantear propuestas de mejora y plasmarlas en el VSM actual mediante el uso de “relámpagos”. Algunas de las mejoras que se pueden plantear son las siguientes (Cabrera, 2012):

- Producir según el *Takt Time*: El tiempo *Takt* indica la frecuencia con la que se debe producir basada en la demanda del cliente.

En la figura 17, se muestra la fórmula para el cálculo del *Takt Time*.



Figura 17: *Takt Time*
Fuente: (Cabrera, 2012)

- Crear un flujo continuo: Implica que cada pieza que pase por un proceso se mueva al siguiente sin generar inventarios en proceso.
- Implementar “supermercados” con sistema jalar: Son usados cuando no es posible realizar un flujo continuo, además, son adecuados para aquellos productos en los que la demanda es difícil de predecir.
- Distribuir la producción: Balancear la mezcla de producción.
- Implementar un sistema *Pull* inicial

En la figura 18, se muestra un ejemplo de VSM con las propuestas de mejora.

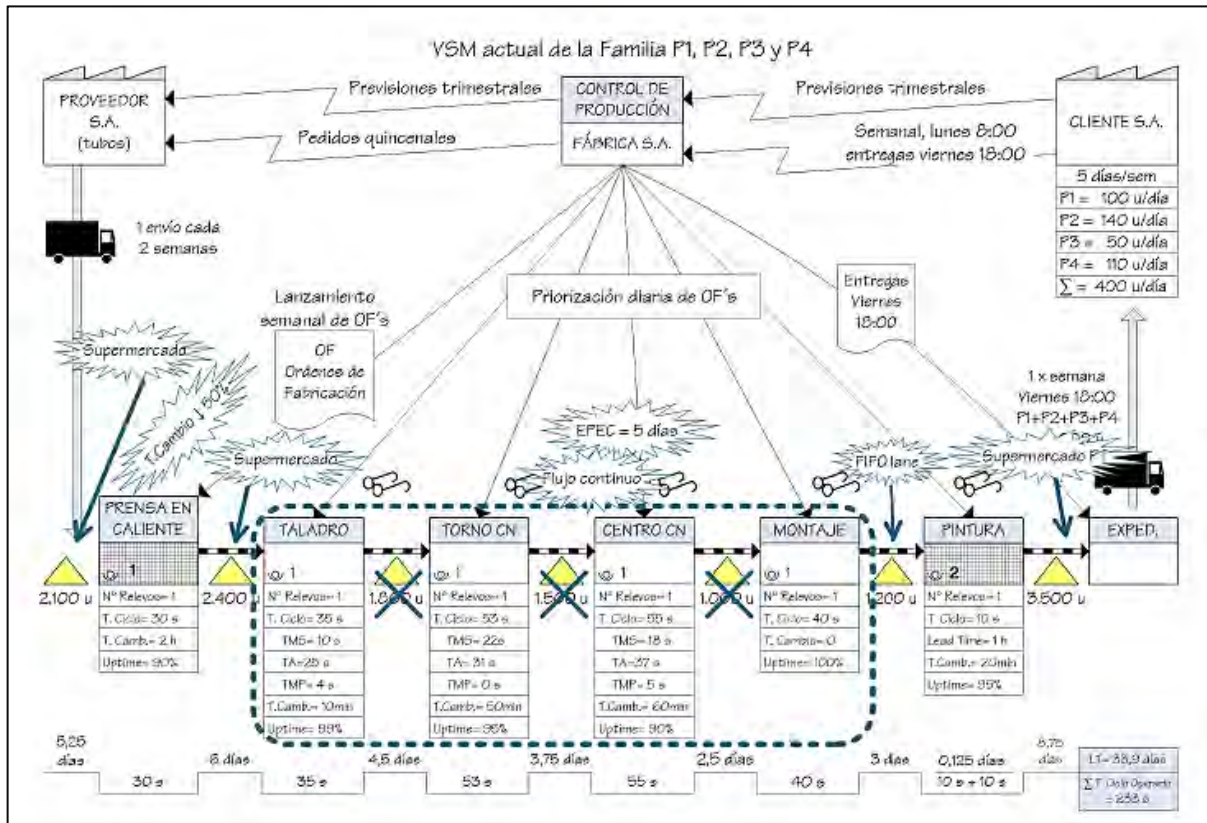


Figura 18: VSM de la situación actual con las ideas de mejora
 Fuente: (Madariaga, 2013)

- **Elaborar el mapa de la situación futura:** Consiste en proyectar las mejoras propuestas con el objetivo de establecer su viabilidad. Para su elaboración es conveniente aplicar herramientas *Lean* como *Kanban*, *Takt Time*, celdas de manufactura, cinco “S”, *Poka Yoke*, *SMED*, entre otras.

En la figura 19, se ejemplifica un VSM futuro.

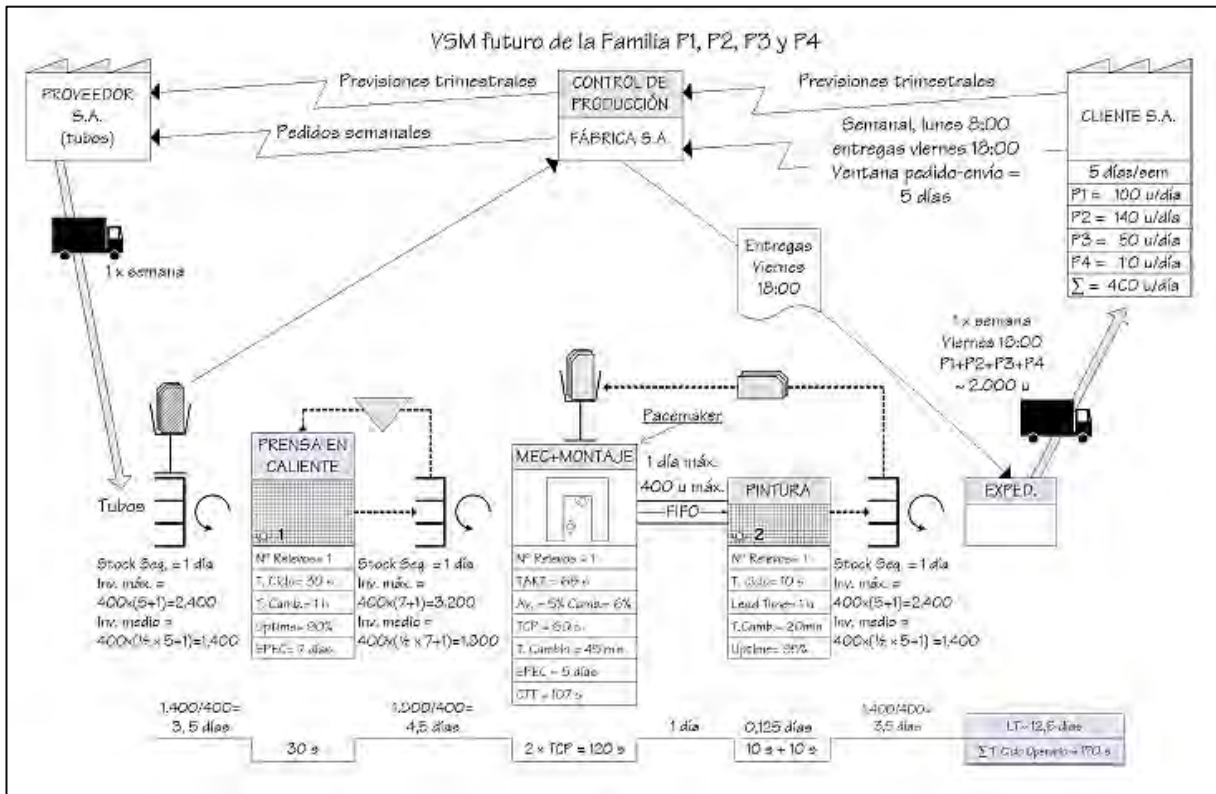


Figura 19: VSM de la situación futura
Fuente: (Madariaga, 2013)

1.6.2. Las 5'S

Según Cabrera (2012), la herramienta cinco "S" está enfocada en mejorar y estandarizar las condiciones del entorno de trabajo mediante el establecimiento de hábitos de orden. Asimismo, su implementación exige un alto nivel de compromiso del equipo y de los directivos de la empresa.

El término cinco "S" proviene del nombre japonés de cada una de las etapas o pasos que componen la herramienta, las cuales se describen a continuación:

- **Seiri (Clasificar):** En esta etapa se requiere separar o clasificar los materiales útiles de aquellos que no lo son, pues estos últimos obstruyen el espacio, generan desorden y entorpecen el desarrollo de las actividades. Además, es posible clasificar los elementos según su frecuencia de uso para poder disponerlos en un lugar adecuado (Cabrera, 2012).

- **Seiton (Ordenar):** Esta etapa consiste en establecer un espacio adecuado y plenamente identificado para cada uno de los materiales útiles, con el fin de disminuir los tiempos de búsqueda y permitir rápidamente la identificación de aquellos objetos faltantes (Cabrera, 2012).
- **Seiso (Limpieza):** Consiste en eliminar la suciedad del área de trabajo con el fin de generar un ambiente más agradable y facilitar la inspección visual para identificar todo aquello que pueda entorpecer el desarrollo de las actividades, generar accidentes o averías (Cabrera, 2012).
- **Seiketsu (Salud y seguridad):** Apunta a mantener un ambiente de trabajo y comportamiento seguro, para lo cual se debe controlar las fuentes de riesgos, para prevenir tanto accidentes laborales como enfermedades ocupacionales. Tiene como máximo fin preservar la salud e integridad física del personal (Guillén, 2019, Talleres de operaciones).
- **Shitsuke (Autodisciplina):** Consiste en convertir en hábito los cambios implementados en las anteriores “S”, para ello se requiere trabajadores comprometidos y con capacidad de ser disciplinados por sí mismos (Guillén, 2019, Talleres de operaciones).

En la figura 20, se muestra un diagrama que resume las 5 “S”.

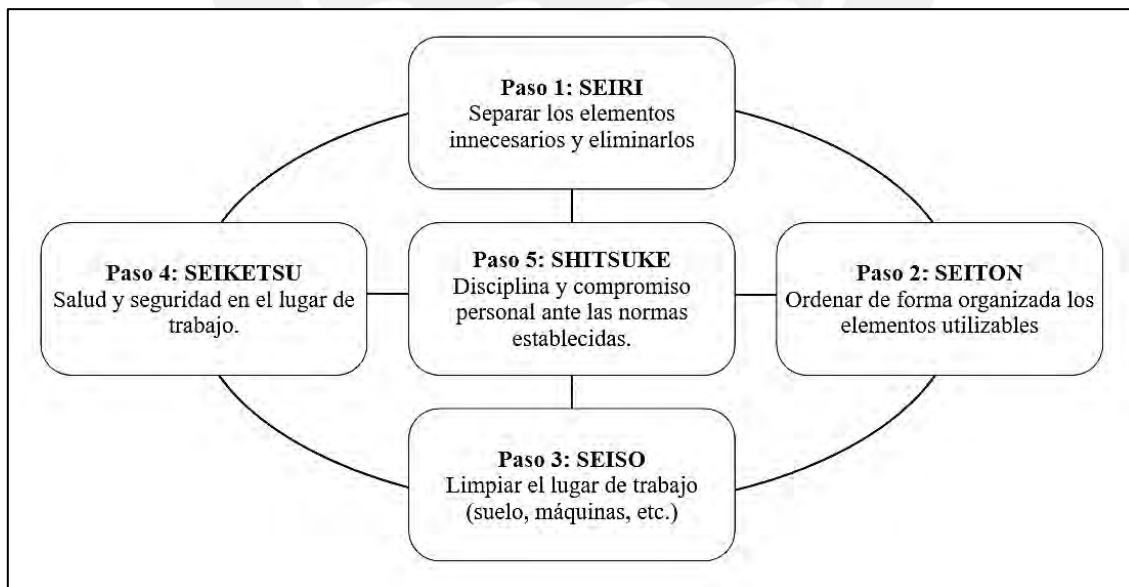


Figura 20: Las 5 “S”
Fuente: (Cabrera, 2012)

1.6.3. Celdas de manufactura

Una celda de manufactura consiste en un agrupamiento de diferentes máquinas, que son necesarias para la fabricación de una familia de productos, con el objetivo de tener una producción flexible y basada en el *Takt Time*. Entre sus principales ventajas están la estandarización de procesos, reducción de inventarios en proceso y optimización del tiempo de fabricación (Guillén, 2019, Talleres de manufactura esbelta).

Existen cuatro diseños de celdas de manufactura (Guillén, 2019, Talleres de manufactura esbelta):

- **Celda Maquina simple:** Se emplea una única máquina y comúnmente se da en procesos sencillos como taladrado.
- **Celda de un grupo de máquinas con manejo manual de materiales:** Se dispone de un conjunto de máquinas para la fabricación de un grupo de productos, los operarios son quienes realizan las operaciones.
- **Celda de un grupo de máquinas con manejo automático:** Se requieren transportadores para mover las partes y productos entre las máquinas de la celda.
- **Sistema de manufactura flexible:** Se utilizan grupos de estaciones de procesamiento, compuestas por máquinas y herramientas, que son controlados mediante un sistema de cómputo. Usualmente se emplea para la producción de volúmenes medios y gama variada de productos.

Al momento de diseñar celdas también se debe tener en consideración la disposición o configuración de las máquinas, la cual debe permitir un flujo de producción continuo. Existen diferentes configuraciones como “S”, “L”, “U”, lineal, entre otras; la más empleada es la configuración en “U”, pues facilita la comunicación y cooperación (Guillén, 2019, Talleres de manufactura esbelta).

En la figura 21, se ejemplifica una celda de manufactura en U.

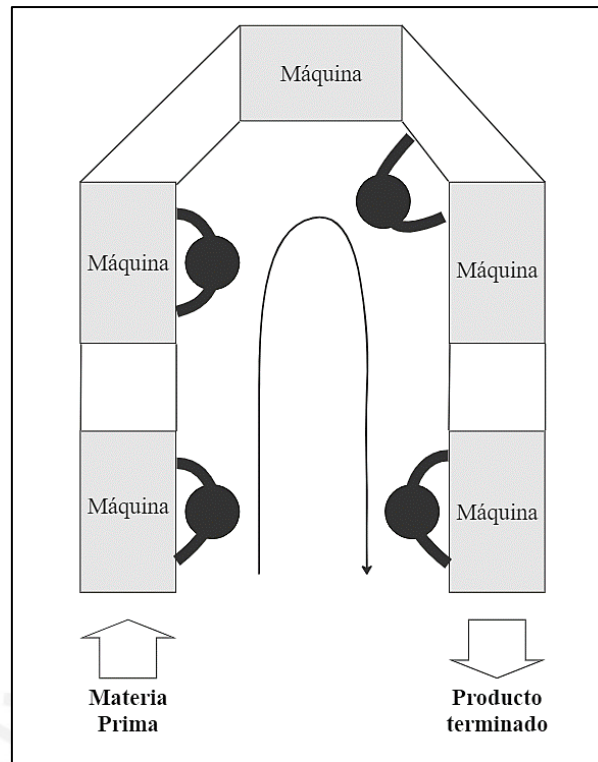


Figura 21: Celda de manufactura en U
Fuente: (Guillén, 2019)

1.6.4. Poka-Yoke

Según Madariaga (2013), *Poka-Yoke* es una herramienta que busca reducir los problemas de calidad ocasionados por errores humanos, tales como ensamblar una pieza equivocada o cargar una pieza en la máquina en una posición incorrecta.

Los métodos de inspección *Poke-Yoke* se caracterizan por que la inspección se realiza a la totalidad de los productos o componentes, la retroalimentación se da de manera inmediata y no se incrementa el tiempo manual del proceso (Madariaga, 2013).

Los *Poka-Yoke* se pueden clasificar en 3 tipos (Madariaga, 2013):

- Se detecta el error en el proceso, impide el inicio de la acción que agrega valor, con lo que evita el defecto.
- No se impide el defecto, pero se detecta y se evita que su envío al siguiente proceso.

- No se evita el defecto, se detecta en el proceso posterior antes de iniciar la actividad que añade valor.

En la figura 22, se representa el funcionamiento del *Poka-Yoke*.

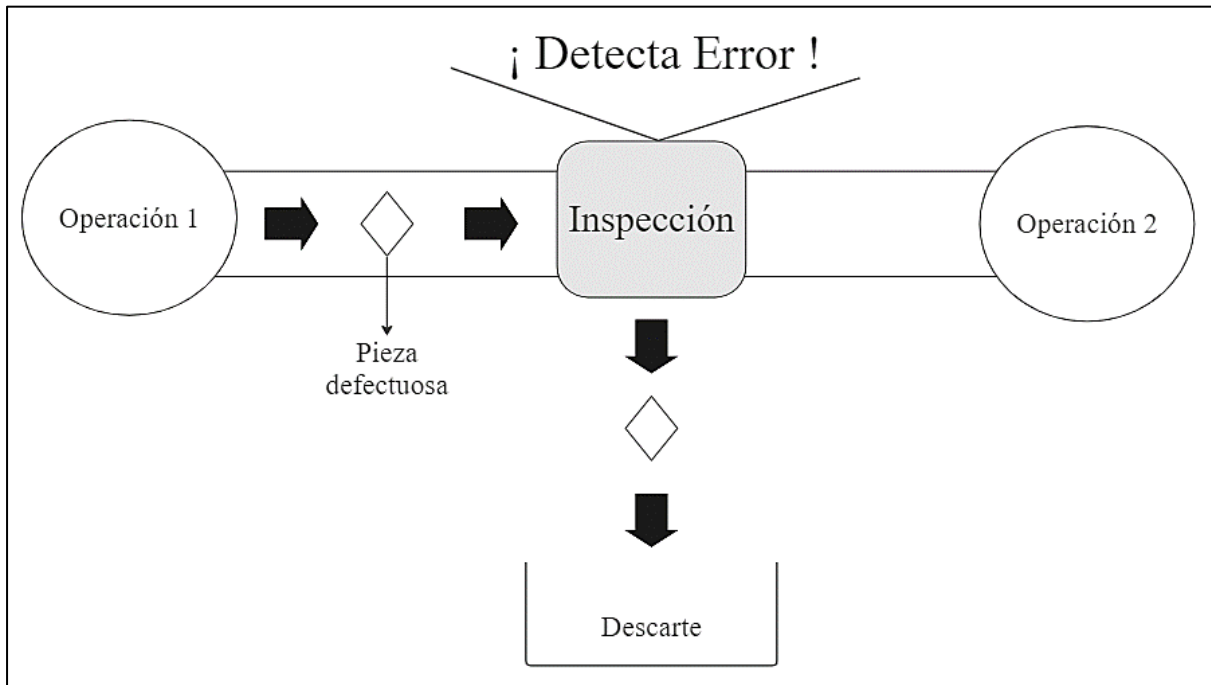


Figura 22: Representación de *Poka-Yoke*

Fuente: (Madariaga, 2013)

1.6.5. Gestión visual – *Andon*

Según Socconini (2019), la gestión visual, también conocida como *Andon*, es una herramienta que, mediante diversos mecanismos, permite monitorear el proceso y detectar cuando ocurre una falla, para posteriormente enviar al operador una señal, que puede ser visual, auditiva o de texto, que indique que se produjo un problema. Asimismo, provee información en tiempo real sobre el estado de un proceso. Entre sus principales ventajas se encuentra la reducción del tiempo de respuesta frente a problemas, incremento de la calidad y mejora de la comunicación.

En la figura 23, se ilustra la diferencia entre la comunicación tradicional y la gestión visual.

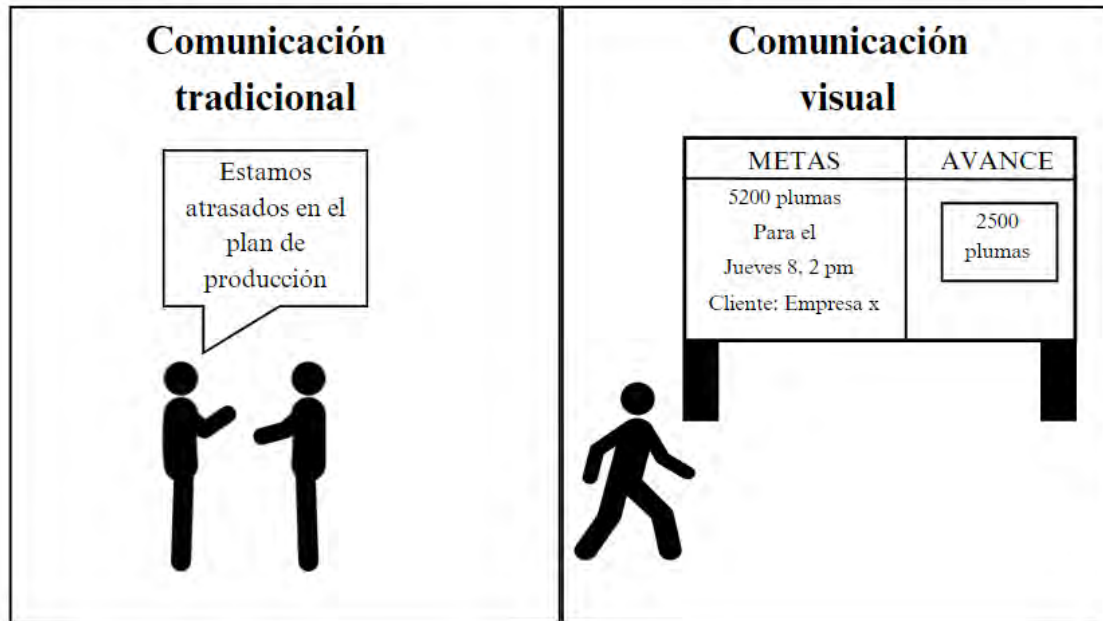


Figura 23: Comunicación visual
Fuente: (Socconini, 2019)

1.6.6. Estandarización del trabajo

Según Madariaga (2013), la estandarización de procesos es el segundo cimiento de la casa *Lean Manufacturing*, es decir, es la base necesaria, sin la cual no se puede aplicar el resto de herramientas Lean. La estandarización de un proceso productivo consiste en instituir estándares y proceder a trabajar según estos.

Según Socconini (2019), la estandarización del trabajo presenta beneficios tales como mejorar la productividad, permitir el adecuado balanceo de tiempos y disminuir la curva de aprendizaje de los operarios.

A continuación, se muestra el procedimiento para implementar el trabajo estandarizado (Socconini, 2019):

- **Seleccionar específicamente un proceso u operación:** Se debe delimitar adecuadamente el objeto de análisis.
- **Realizar mediciones de tiempo:** Se emplea una tabla de observación de tiempos, en la cual se registran los tiempos empleados para cada elemento del proceso.

- **Determinar la capacidad de operación:** Se necesita conocer si el proceso u operación está en condiciones de producir de acuerdo al *Takt Time*.
- **Diseñar la secuencia optimizada de acuerdo a la capacidad:** Conocida la capacidad de operación, es posible establecer restricciones y proponer mejoras a la secuencia actual de producción.
- **Elaborar una representación gráfica del proceso:** Se emplea una hoja de trabajo estándar, en la cual se representa el proceso, los operarios y el flujo de material.
- **Establecer las instrucciones de operación:** Estas deben ser precisas y fácilmente entendibles para los operarios.

En la figura 24, se ejemplifica una tabla de observación de tiempos en un proceso de taladrado.

TABLA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS																			
PROCESO			MÁQUINA			REFERENCIA			REALIZADO POR			FECHA							
Taladrar Ø interior carcasa			Taladro avance manual			Carcasa			F.M.			19/09/2012							
N°	ELEMENTOS de TRABAJO	OPERARIO												VA NVAN NVAI	Menor que se repite			TIEMPO MAQ. AUTOM. (TA)	OBSERVACIONES
		N° de OBSERVACIÓN													TIEMPO MANUAL SERIE (TMS)	TIEMPO MANUAL PARAL. (TMP)	ESPERA		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
1	Cargar carcasa	5	5	5	4	5	6	5	5	5	6	5	5	NVAN	5				
2	Taladrar Ø interior carcasa	40	41	40	41	39	40	40	41	40	40	42	40	VA	40			Valor añadido por el operario	
3	Descargar carcasa	5	6	5	5	5	6	5	5	5	6	5	5	NVAN	5				
4	Rebabar Ø salida	6	6	6	7	5	6	6	6	7	6	6	6	NVAN	6				
5	Depositar en caja	2	2	2	3	2	2	2	3	5	2	2	3	NVAN	2				
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
Nota: Si la máquina tiene ciclo automático, comenzar por la "descarga" de la pieza.														Total =	56	0	0		

Figura 24: Tabla de observación de tiempos
Fuente: (Madariaga, 2013)

En la figura 25, se muestra un modelo de hoja de trabajo estándar.

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR										
PROCESO		MÁQUINA			REFERENCIA	OPERARIO	TAKT	TCP	REALIZADO POR	FECHA
Taladrar y escariar Ø interior carcasa		Taladro + Escariador			Carcasa	1 de 1			F.M.	18/09/2012
Nº	ELEMENTOS de TRABAJO	TIEMPO MANUJAL SERIE	TIEMPO MANUJAL PARAL.	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOM.				
1	Descargar/cargar/iniciar ciclo taladro	10				40				
2	Rebobar Ø salida		6							
3	Ir al escariador. (llevando carcasa)			2						
4	Cargar carcasa	5								
5	Escariar Ø interior carcasa	15								
6	Descargar carcasa	5								
7	Limpiar	6								
8	Inspeccionar	5								
9	Depositar en caja	2								
10	Volver al taladro. (sin carcasa)			2						
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Tiempo de Ciclo del Operario (TCO) =		48	6	4	0	58				

+ = Seguridad ◇ = Inspección 1 = WIP estándar

Figura 25: Hoja de trabajo estándar
Fuente: (Madariaga, 2013)

1.6.7. Kanban

Según Cabrera (2012), *Kanban* es un término japonés que significa tarjeta de instrucción, el cual tiene como fin controlar el flujo de producción, para ello contiene información que permite visualizar los componentes del proceso. Asimismo, su dinámica se basa en el sistema *Pull* o Jalar, mediante el cual se busca producir únicamente la cantidad requerida para satisfacer la demanda del cliente.

Según Socconini (2019), los beneficios que se desprenden de la implementación de esta herramienta son: reducir desperdicios, evitar la sobreproducción, mantener bajos inventarios y facilitar el cumplimiento de los plazos de entrega.

Según Cabrera (2012), hay dos tipos de *Kanban*:

- ***Kanban de producción:*** Empleado para enviar la orden de producción al proceso anterior. Asimismo, posee cuatro subtipos:
 - *Kanban* de producción normal: Envía la orden de producción normal.
 - *Kanban* urgente: Si hay escasez de una pieza.
 - *Kanban* de emergencia: Cuando se producen situaciones anómalas.
 - *Kanban* de proveedor: Si la distancia de la fábrica al proveedor es considerable.

- **Kanban de transporte o retiro:** Se emplea cuando se traslada un producto entre centros de trabajo.

Las tarjetas *Kanban* deben contener la siguiente información (Cabrera, 2012):

- Nombre y número del producto
- Número de parte del componente y su descripción
- Tipo de manejo del material
- Ubicación del almacén
- Punto de reorden
- Secuencia de producción

En la figura 26, se muestra un ejemplo de tarjeta *Kanban*.

Anaqueles de almacén :	F26-18	Código de la pieza :	A5-34	Proceso anterior:
Número de pieza:	2214			FORJA B-2
Nombre de la pieza:	Soporte para motor			Proceso posterior:
Nombre del producto:	Automóvil SX50BC			MECANIZACIÓN
Capacidad de la caja		Tipo de la caja		
100		B		

Figura 26: Tarjeta *Kanban*
Fuente: (Socconini, 2019)

1.6.8. *Just in time* (JIT)

Según Villaseñor (2007), la herramienta *Just in Time* o justo a tiempo tiene como objetivo fabricar el producto correcto en el momento preciso y en la cantidad exacta. Permite a las empresas reducir sus tiempos de entrega y mantener un estándar de calidad.

El sistema *Just in time* provee tres elementos para transformar el sistema de producción convencional de una empresa (Villaseñor, 2007):

- **El flujo continuo:** Consiste en que los materiales fluyan entre operaciones, mientras que los operarios mantienen una comulación activa sobre aspectos relevantes del proceso.
- **El *Takt Time*:** Determina el tiempo a seguir durante el proceso.
- **El sistema *Pull*:** Permite mantener un bajo nivel de inventarios, minimizando así los tiempos de entrega y el costo de mantenimiento.

Para la aplicación del sistema JIT es necesario seguir una serie de reglas (Villaseñor, 2007):

- Solo producir lo que el cliente solicite
- Procurar que el proceso productivo fluya suavemente.
- Implementar herramientas visuales para monitorear la producción.
- Mantener flexibilidad en el proceso.

En la figura 27, se representa la herramienta JIT.

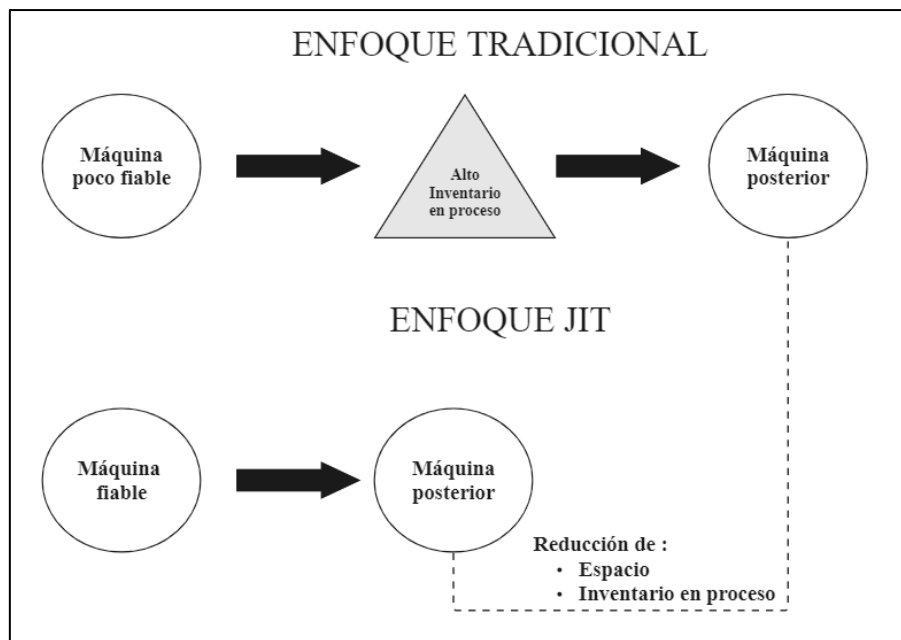


Figura 27: Representación de herramienta JIT
 Fuente: (Cabrera, 2012)

1.6.9. Mantenimiento autónomo

Según Madariaga (2013), el mantenimiento autónomo es una metodología que entrelaza las actividades de producción y mantenimiento con el fin de reducir el deterioro acelerado de los equipos y la cantidad de paros. Por ello, se busca instruir a los operarios de producción para realizar tareas sencillas de mantenimiento preventivo, como inspección, lubricación o ajuste.

Para la implementación del mantenimiento autónomo se deben seguir los siguientes pasos (Madariaga, 2013):

- Seleccionar un equipo productivo y un equipo de operarios.
- Instruir a los operarios sobre el uso y funcionamiento de la máquina.
- Realizar una limpieza e inspección inicial y documentar los hallazgos como fuentes de suciedad y averías.
- Subsanan las averías y daños encontrados.
- Eliminar las fuentes de suciedad
- Plantear e implementar medidas estándar de mantenimiento autónomo, como limpieza, inspección, ajuste y lubricación.
- Verificar la correcta ejecución de las medidas estándar de mantenimiento autónomo y documentar los resultados, observaciones y recomendaciones.

- De ser necesario, modificar las medidas según las observaciones y el *feedback*.

En la figura 28, se muestran las tareas del mantenimiento autónomo.

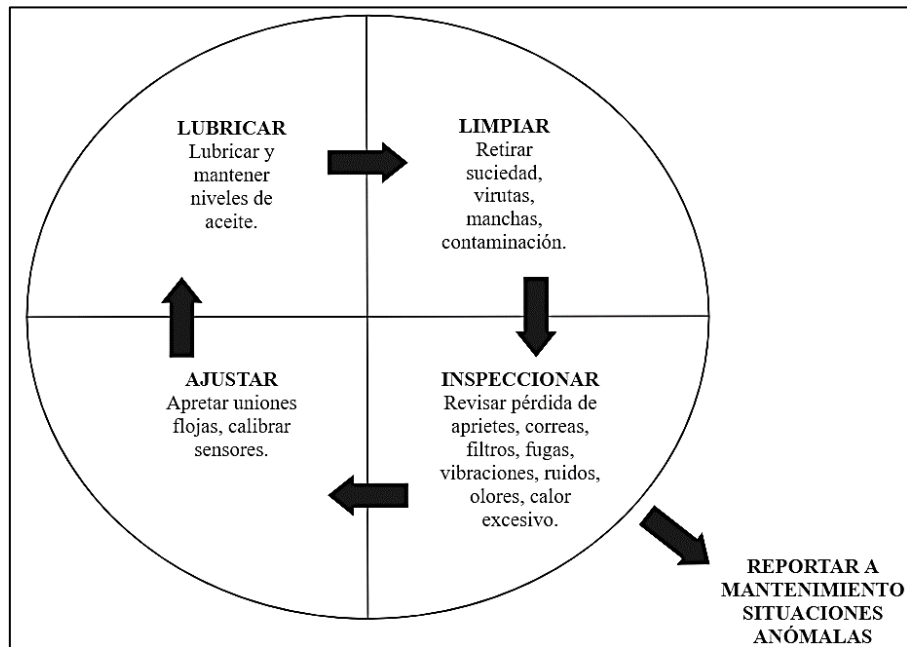


Figura 28: Tareas del mantenimiento autónomo
Fuente: (Madariaga, 2013)

1.7. Indicadores de desempeño de *Lean Manufacturing*

Se desarrollará el principal indicador de *Lean Manufacturing*, que servirá para medir la efectividad de las operaciones de la organización

1.7.1. Efectividad global de los equipos (OEE)

Según Cabrera (2012), la efectividad global de los equipos es un indicador que representa la cantidad de productos buenos obtenidos en el tiempo planeado. Para el cálculo de la OEE se deben multiplicar tres indicadores (ver figura 29):

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

Figura 29: Fórmula para el cálculo del OEE

- **Disponibilidad:** Indica el tiempo que realmente se dedicó a la producción. Se ve afectado por las fallas del equipo, cambios de configuración y esperas (ver figuras 30 y 31).

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(\text{Tiempo planeado de producción} - \text{Tiempo de inactividad no programado})}{\text{Tiempo planeado de producción}}$$

Figura 30: Fórmula detallada para el cálculo de la disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo planeado de producción}}$$

Figura 31: Fórmula para el cálculo de la disponibilidad

- **Rendimiento:** Indica la eficacia de la producción. Se ve mermada por las paradas y velocidades de producción lentas (ver figura 32).

$$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{Número de productos producidos} \times \text{Tiempo de ciclo ideal})}{\text{Tiempo disponible}}$$

Figura 32: Fórmula para el cálculo del rendimiento

- **Calidad:** Indica la relación entre las piezas buenas y las totales producidas (ver figura 33).

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Número de productos buenos producidos}}{\text{Número de productos producidos}}$$

Figura 33: Fórmula para el cálculo de la calidad

Según Cabrera (2012), para una empresa de clase mundial, la efectividad global de los equipos se considera aceptable de obtener un valor más de 85%, de modo que los indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad deben tener un valor igual o por encima de 90%, 95% y 99% respectivamente.

CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

Se presentará información relevante de la organización sujeto de estudio con el objetivo de comprender su proceso productivo y describir su situación actual.

2.1. Sector y actividad económica

La empresa en estudio se dedica a la producción de mermeladas y purés, con código CIIU 4630, su actividad económica se clasifica en la venta al por mayor de alimentos, bebidas y tabaco.

2.2. La empresa

La empresa en estudio, que en adelante será referida únicamente como la empresa, fue constituida en el año 2019 por dos socios, y ha logrado mantener un crecimiento sostenido durante su trayectoria. Se dedica al rubro de la producción de mermeladas y purés, asimismo, se encuentra ubicada en el distrito de Chacra Ríos Sur, ocupando un área de 203.98 m².

Su modelo de comercialización es de empresa a empresa, y actualmente atiende a clientes de diversos rubros, tales como supermercados, servicios de catering, cadenas hoteleras y cafeterías.

La empresa cumple con todos los requisitos de formulación y sanitarios establecidos por la DIGESA, además de cumplir con las revisiones periódicas por la municipalidad y defensa civil. Además, cuenta con la certificación BPMG (Certificación en buenas prácticas de manufactura y gestión) otorgada por SGS Perú.

En cuanto a reconocimientos, la empresa obtuvo el primer puesto en el 2° Concurso de Innovación de la “Expo alimentaria Perú”, en el año 2011, por su marca de mermeladas Gourmet (ver figuras 34 y 35).



Figura 34: Certificación BPMG



Figura 35: Concurso innovación expo alimentaria

2.2.1. Misión

Elaborar mermeladas y purés de alta calidad, con una amplia gama de sabores que satisfagan ampliamente las necesidades y expectativas de nuestros clientes.

2.2.2. Visión

Ser reconocidos como una empresa líder en la producción masiva de mermeladas y conservas de alta calidad, con sabores deliciosos y variados, que nos permita distinguimos y afianzar nuestra presencia en el rubro. Ofrecer a nuestros clientes productos innovadores, especialmente desarrollados teniendo como bases siempre las necesidades de nuestros clientes.

2.3. Organización

La empresa sigue la siguiente estructura organizacional (ver figura 36):

- **Gerencia General:** Se encarga de la toma de decisiones más relevantes en la organización, plantea los objetivos de la empresa y direcciona a los departamentos a su cumplimiento.
- **Departamento de administración:** Es responsable de velar por el bienestar financiero de la empresa, gestiona los financiamientos y lleva la contabilidad. Además, se encarga de las contrataciones y despidos.
- **Departamento de producción:** Supervisa el desarrollo de la producción, fiscaliza la calidad de los productos y el mantenimiento del área productiva.
- **Departamento comercial:** Tiene como función concretar las ventas y gestionar la cobranza a los diferentes clientes.

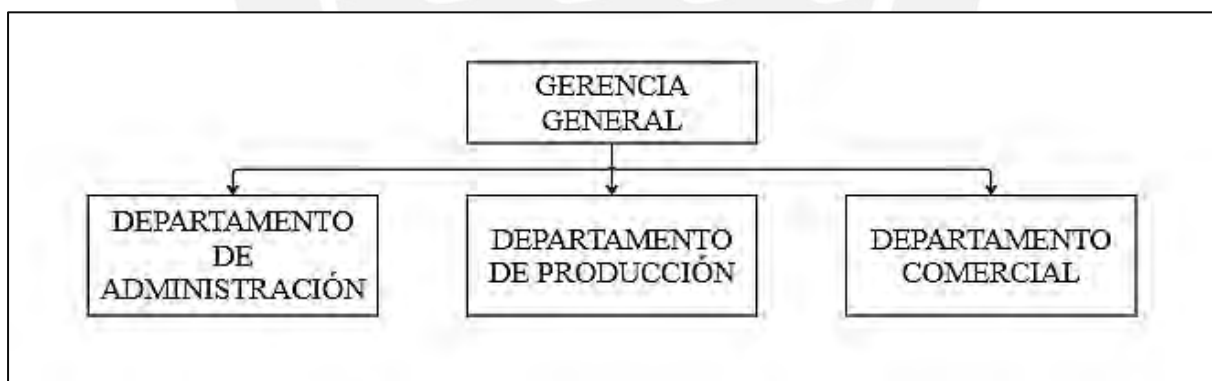


Figura 36: Organigrama actual de la empresa

2.4. Productos

Actualmente la empresa posee dos líneas de productos: “Gourmet”, que abarca únicamente mermeladas en formato gourmet, y “Clásica”, que ofrece mermeladas de sabores clásicos, mermeladas light y purés. La presentación de línea de mermeladas gourmet es en envases de vidrio con tapa metálica, y los contenidos netos disponibles son de 220 y 400 gramos; además, se tiene una presentación en pack de

cinco envases de diferentes sabores de 42 gramos cada uno, dirigido para cadenas hoteleras. Los sabores disponibles son: aguaymanto, frambuesa, sauco, guanábana, zarzamora, rocoto y ají amarillo (ver figuras 37 y 38).



Figura 37: Fotos promocionales del pack de cinco envases de la línea gourmet



Figura 38: Fotos promocionales de la presentación de 400 gramos de la línea gourmet

Por otro lado, la línea clásica se compone de mermeladas en su versión clásica y *light*, además de purés. Las mermeladas se ofrecen en presentación de envase de vidrio, a excepción de las mermeladas a granel que se empaquetan en sachet, y los contenidos netos disponibles son de 200, 250, 400 y 1000 gramos; mientras que para los purés se dispone de dos opciones: 500 y 930 gramos. Para las mermeladas se cuenta con los siguientes sabores: fresa, naranja, piña, maracuyá, mandarina, higo, membrillo, papaya, mango, fresa light, naranja light, durazno light. Por otro lado, para los purés se cuenta con sabor a manzana y camote (ver figuras 39, 40 y 41).



Figura 39: Foto de mermelada light de la línea clásica



Figura 40: Fotos promocionales de mermeladas de la línea clásica



Figura 41: Fotos promocionales de purés de la línea clásica

En la tabla 1, se visualizan los detalles de ambas líneas de productos.

Tabla 1: Detalle de productos de la empresa

LÍNEA	TIPO	SABORES	PRESENTACION							
			200 gr	220 gr	250 gr	400 gr	500 gr	930 gr	1 kg	5x42 gr
Línea Gourmet	Mermelada Gourmet	Ají amarillo		x		x				x
		Sauco		x		x				x
		Aguaymanto		x		x				x
		Frambuesa		x		x				x
		Guanabana		x		x				x
		Zarzamora		x		x				x
		Rocoto		x		x				x
Línea Clásica	Mermelada clásica	Fresa			x	x			x	
		Naranja				x			x	
		Piña				x			x	
		Maracuyá	x			x				
		Mandarina	x			x				
		Mango	x							
		Papaya	x							
		Membrillo	x							
	Higo	x								
	Mermelada Light	Fresa	x			x				
		Naranja	x			x				
		Durazno	x			x				
	Purés	Camote					x			
		Manzana					x	x		

2.5. Proveedores y clientes

A continuación, se detallarán algunos de los proveedores y clientes de la empresa.

2.5.1. Clientes

La empresa ofrece sus productos a clientes de los siguientes rubros: supermercados, cadenas hoteleras, catering y cafeterías. Los supermercados suelen adquirir únicamente productos de la línea clásica, especialmente mermeladas clásicas; por otra parte, las cadenas hoteleras compran exclusivamente productos de la línea gourmet, siendo su presentación predilecta el pack de cinco envases de 42 gramos. Los servicios de catering compran una mezcla de ambas líneas y son los principales compradores de purés, asimismo, las cafeterías, quienes representan el menor volumen de compra, se inclinan por las mermeladas clásicas y *light*.

Los principales clientes, clasificados según rubro, son los siguientes:

- **Supermercados:** Supermercados Candy, Wong, Metro y Plaza Vea (ver figuras 42 y 43).



Figura 42: Logo supermercado Candy



Figura 43: Logo supermercado Wong

- **Cadenas Hoteleras:** *JW Marriot Hotel*- Lima, *Swissotel* -Lima y *The Westin*- Lima (ver figuras 44 y 45).



Figura 44: Logo *Swissotel* Lima



Figura 45: Logo *JW Marriot*

- **Servicios de Catering:** *Sodexo* y *Gate Gourmet* (ver figuras 46 y 47).



Figura 46: Logo *Sodexo*



Figura 47: Logo *Gate Gourmet*

- **Cafeterías:** *Laritza D*, *Dunkin Donuts* y *Starbucks* (ver figuras 48 y 49).



Figura 48: Logo *Dunkin Donuts*



Figura 49: Logo *Starbucks*

2.5.2. Proveedores

La empresa tiene proveedores para materias primas e insumos. Para aprovisionarse de materias primas, es decir, frutas y verduras, se tienen diversas opciones: comprar directamente al agricultor, adquirir en mercados mayoristas o, eventualmente, recurrir a empresas comercializadoras de pulpa de fruta congelada. En el caso de los insumos químicos, tales como ácido cítrico, pectina, goma guar, entre otros, se opta por adquirirlo a empresas proveedoras de insumos químicos, por otro lado, para la adquisición de azúcar se recurren a diversos mercados mayoristas (ver figura 50).



Figura 50: Mercado mayorista

2.6. Procesos productivos

Este subcapítulo tiene como fin clasificar y detallar los procesos de la empresa.

2.6.1. Mapa de procesos

La empresa en estudio orienta sus operaciones a la satisfacción de las necesidades y requisitos de los clientes, para lo cual posee tres tipos de procesos: los estratégicos, los operacionales y los de soporte.

Por ello, en la figura 51 se presentará el mapa de procesos de la empresa, en el cual se resalta el proceso en el que se enfocará el presente proyecto.

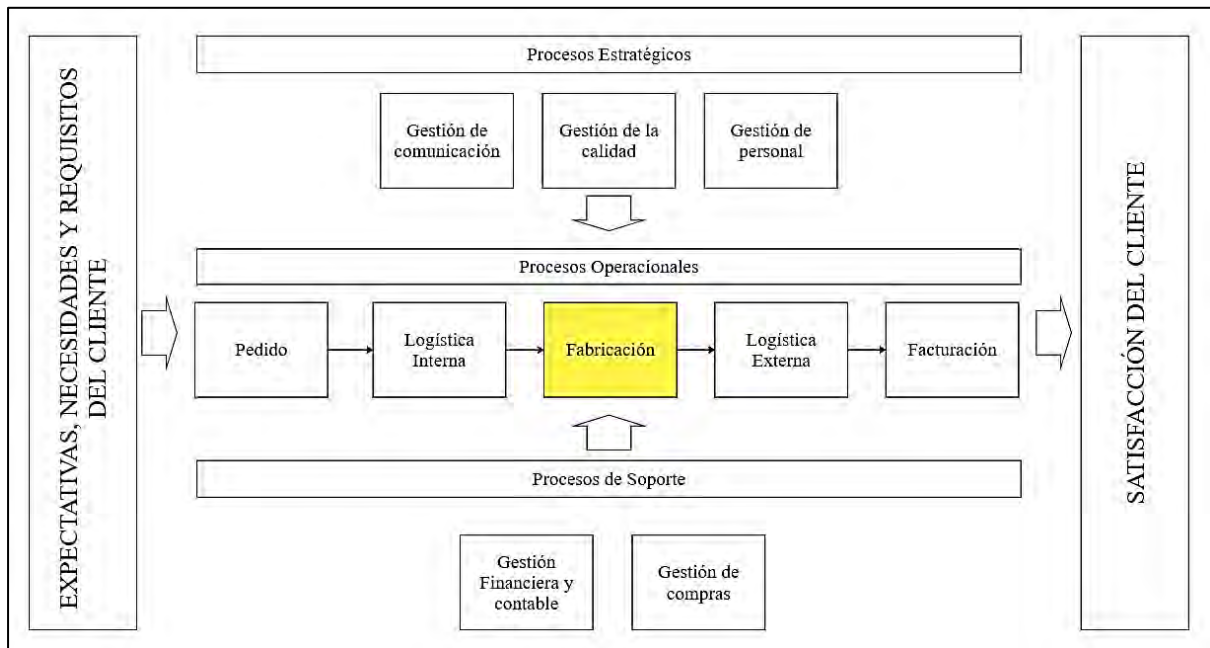


Figura 51: Mapa de procesos

2.6.2. Descripción de los procesos de producción

La empresa se dedica a la producción de mermeladas y purés, los cuales presentan un proceso de producción similar, por ello, se describirán las principales operaciones:

- **Recepción:** Una vez solicitada la materia prima e insumos al almacén, según la programación semanal, se recibe la materia prima, en caso de que la esta sea fruta fresca, se traslada en jabas y se pesa para utilizar las cantidades requeridas según el programa de producción. En el caso de requerir fruta congelada esta se almacena en bolsas selladas e igualmente se realiza el pesado. También se reciben los insumos químicos, en bolsas, y se pesan según lo requerido (ver figura 52).



Figura 52: Jabas de fruta

- **Selección:** Tiene como fin garantizar la calidad del producto. Se inspecciona el estado de la fruta, se descartan aquellas con daños físicos u hongos descartándolas en un balde aledaño, posteriormente se pesa la fruta. Esta operación no se realiza en el caso de emplear pulpa de fruta congelada (ver figura 53).



Figura 53: Recipientes para selección

- **Limpieza:** Se lava, desinfecta y enjuaga la fruta. El lavado se realiza en el lavabo con agua potable, tiene como fin retirar la tierra y otras impurezas. Luego se pasa a la desinfección, que tiene como fin procurar la inocuidad del producto, eliminando gérmenes y bacterias, esta se lleva a cabo sumergiendo las frutas en el lavabo lleno de agua, y se añade hipoclorito de sodio a 100 ppm, se deja reposar durante 10 minutos. Por último, las frutas se enjuagan con agua potable para retirar restos del hipoclorito de sodio y son colocadas en recipientes de plástico duro con asa. Esta etapa no se realiza en el caso de emplear pulpa de frutas congelada (ver figura 54).

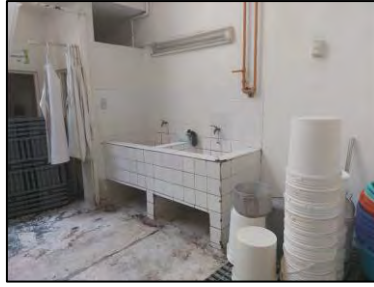


Figura 54: Zona de lavado

- **Acondicionado:** Se realiza para retirar las cascarás, hojas, semillas y corazón, en el caso de la piña, posteriormente se trozan. Se procede manualmente y se utilizan implementos como cuchillos y recipientes de acero inoxidable. Esta etapa no se realiza en el caso de emplear pulpa de frutas congelada ni en fresas que se adquirieron sin pedículo ni hojas (ver figura 55).



Figura 55: Mesa de acondicionado

- **Hervido:** Esta operación se realiza únicamente para la fabricación de purés. Se hierve la fruta previamente acondicionada por un periodo aproximadamente de 20 a 25 minutos (ver figura 56).



Figura 56: Olla para hervido

- **Despulpado:** Tiene la finalidad de separar la cascara y las semillas de la fruta, rápidamente sin necesidad de hacerlo manualmente. Se realiza con una maquina despulpadora industrial, por un

orificio saldrá la pulpa y por el otro las cáscaras. Al final, se pesa la pulpa obtenida. Esta etapa no se realiza para todas las frutas, solo para aquellas con cáscara blanda, difícil de separar manualmente; tampoco se realiza en el caso de emplear pulpa de frutas congelada (ver figura 57).



Figura 57: Máquina despulpadora

- **Licudo:** Consiste en licuar los trozos de pulpa, confiriéndole una apariencia más homogénea, para ello se usa una licuadora industrial. Terminado el proceso se pesa la pulpa obtenida y se miden los grados brix. Esta etapa no se realiza para las frutas que han sido procesadas en la despulpadora ni para la pulpa de frutas que se adquirió ya preparada (ver figura 58).



Figura 58: Máquina despulpadora

- **Formulación:** Se dosifica el azúcar e insumos químicos que requerirá la preparación. La formulación es diferente para cada sabor de mermelada y puré (ver figura 59).



Figura 59: Zona de formulación

- **Pre cocción:** Se vierte la pulpa en la marmita, se añade la mitad del azúcar correspondiente y se cocinará mientras se controla que alcance los 45° brix. Tiene como fin permitir la adecuada solubilidad del azúcar y reducir el contenido de agua, es decir, aumentar la concentración de la mezcla. Esta operación tarda entre 20 a 25 minutos para una marmita en toda su capacidad, y solo se ocupa para la producción de mermeladas.
- **Cocción:** Se adiciona el restante del azúcar y todos los aditivos correspondientes, a excepción del sorbato de potasio. Se continua con la cocción hasta verificar que se alcance una concentración de 65 a 68° brix, de ser así se finaliza el proceso y se incorpora el sorbato de potasio disuelto en agua con movimientos envolventes de la paleta con punta de cerámica. Esta operación dura de 25 a 30 minutos para una marmita llena de pulpa (ver figura 60).



Figura 60: Marmita

- **Envasado / Sellado:** Se traslada el contenido de la marmita al área de envasado utilizando recipientes de acero inoxidable y paleta con punta de cerámica, se pesa el total trasladado. Posteriormente, valiéndose de una escalera metálica se vierte en la dosificadora; luego a una temperatura aproximada de 85 a 90 grados Celsius, se procede a llenar los recipientes. En el caso de la presentación a granel, se procede a llenar las bolsas y sellarlas herméticamente al vacío; para el resto de presentaciones se realiza el llenado de los frascos de vidrio (ver figuras 61, 62 y 63).



Figura 61: Escalera metálica



Figura 62: Dosificadora



Figura 63: Zona de llenado

- **Enfriado:** Los frascos se enfrían mediante el rociado o inmersión en agua con el fin de generar el shock térmico que permita cerrar el envase al vacío (ver figura 64).



Figura 64: Manguera y recipientes para rociado e inmersión

- **Etiquetado:** Se colocan las etiquetas correspondientes tanto a los frascos como a las bolsas. Posteriormente, se colocan en cajas (ver figuras 65 y 66).



Figura 65: Etiquetas de frascos



Figura 66: Zona de etiquetado

- **Almacenaje:** Se transporta los productos terminados al almacén de productos terminados utilizando un carrito transportador (ver figura 67).



Figura 67: Productos en cajas

A continuación, se muestran los diagramas de bloques del proceso productivo de mermeladas (ver figura 68) y purés (ver figura 69).

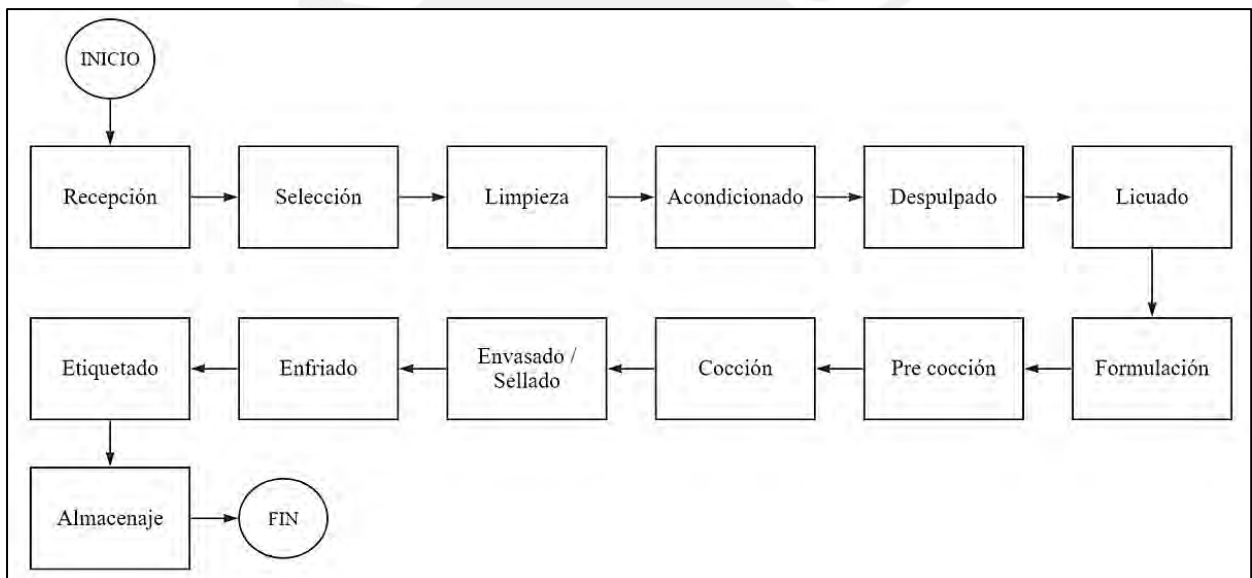


Figura 68: Diagrama de bloques del proceso productivo de mermeladas utilizando fruta fresca

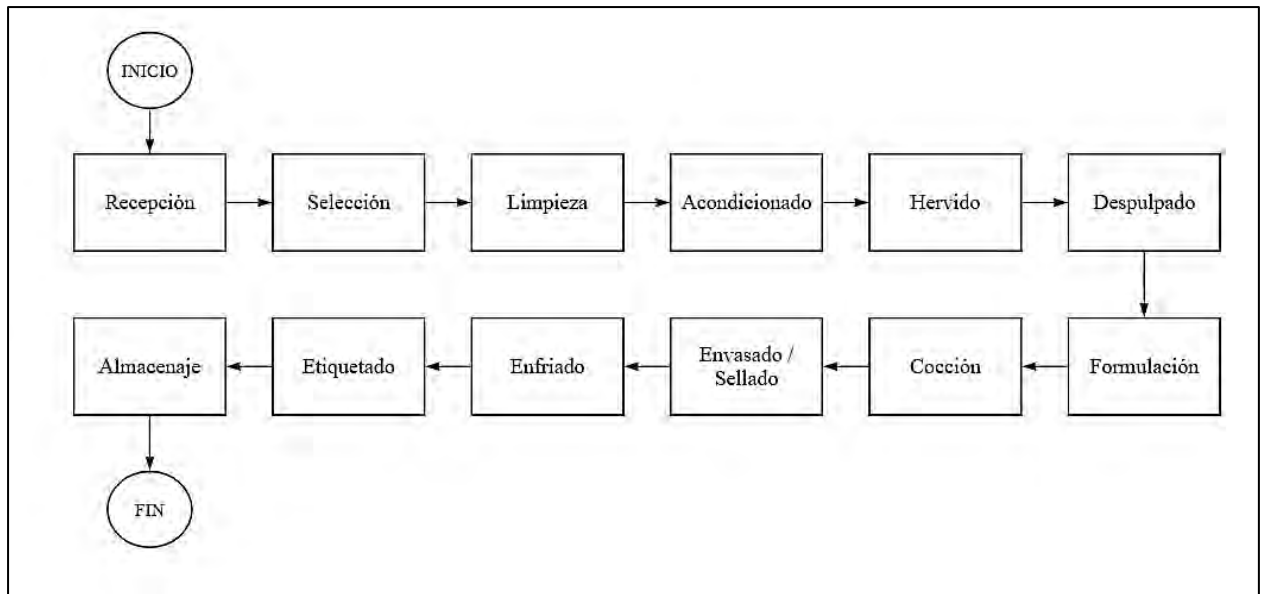


Figura 69: Diagrama de bloques del proceso productivo de purés

2.7. Instalaciones y maquinaria

Se presenta la distribución de la planta y se presentará información acerca de la maquinaria empleada en el proceso productivo.

2.7.1. Instalaciones

El terreno que abarca la empresa es de 203.98 m², con 8,68 m de frontis y 23,5 m de largo, cuenta con dos pisos y una azotea en la que solo se encuentra un tanque de GLP. En el primer piso se encuentra el área de producción y en el segundo, el área administrativa y comercial. En la figura 70 se presenta el *Layout* del primer piso de la planta, y en la figura 71 se muestra el *Layout* del segundo piso.

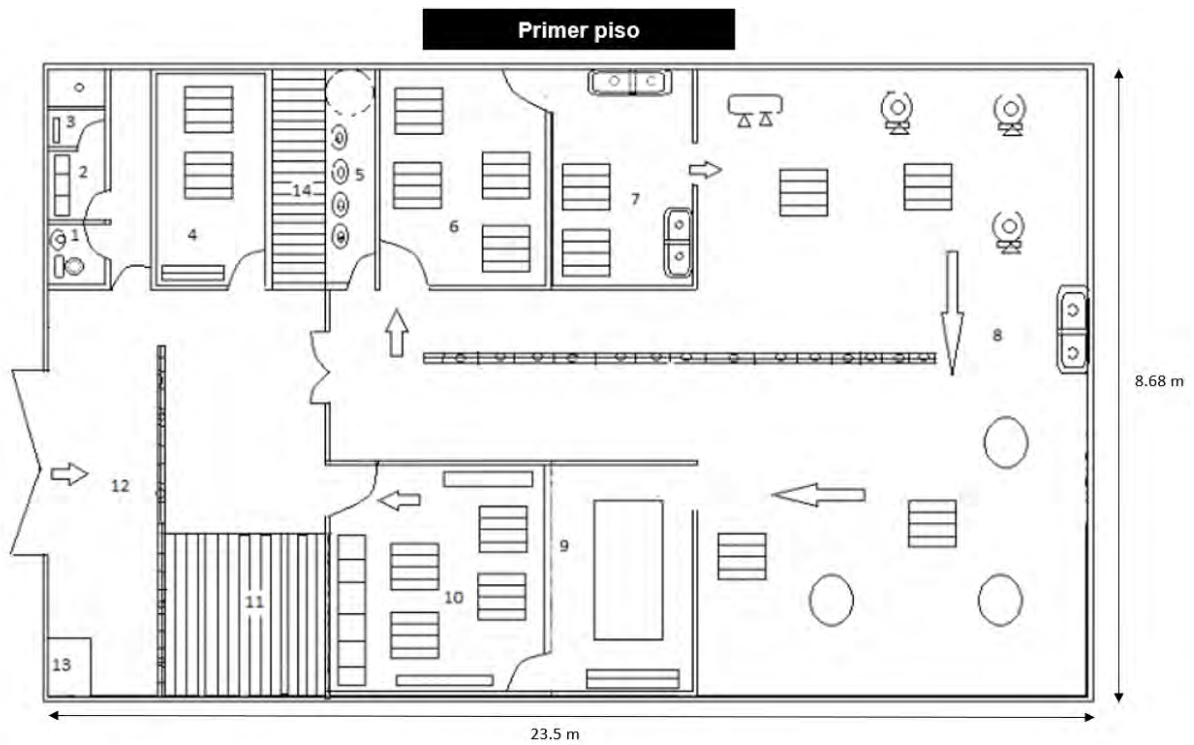


Figura 70: *Layout* del primer piso de la planta

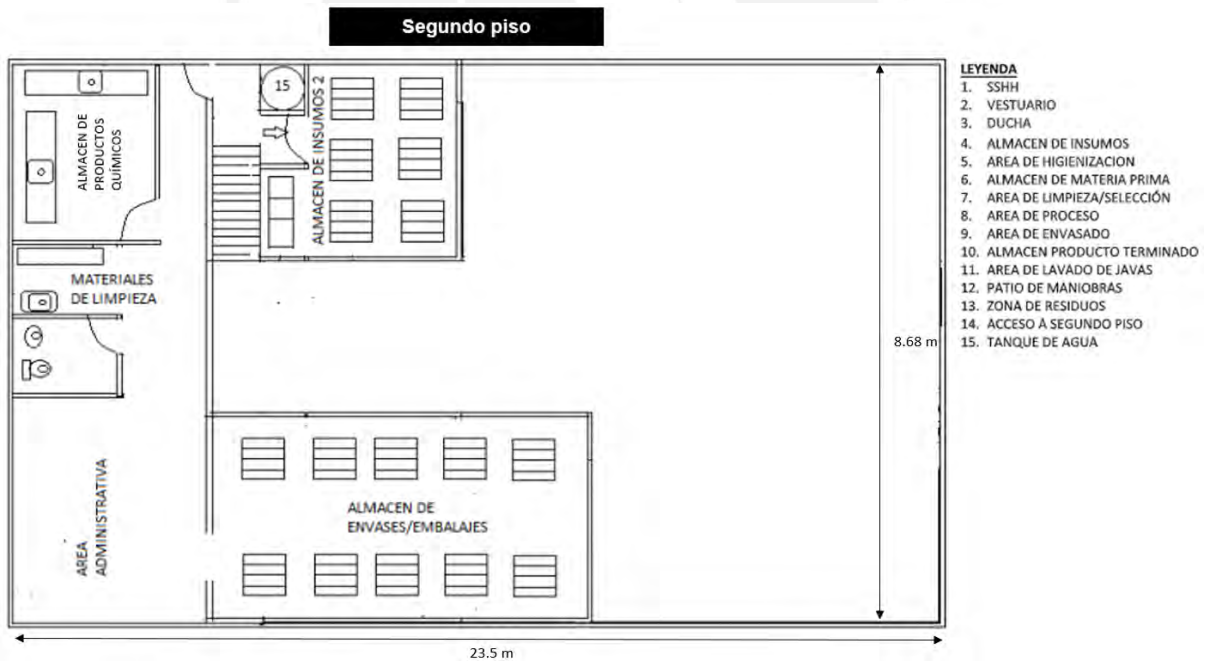


Figura 71: *Layout* del segundo piso de la planta

2.7.2. Maquinaria

A continuación, se describirán detalles relevantes de cada una de las maquinas empleadas en el proceso productivo, como su función, dimensiones y características técnicas; además, se mostrarán sus fotos reales.

Tabla 2: Tabla descriptiva de la licuadora industrial

NOMBRE	Licuadora
FUNCION	
La potencia de su motor permite triturar alimentos sólidos rápidamente.	
DIMENSIONES	
Alto	1402 mm
Largo	470 mm
Ancho	556 mm
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Potencia	2 HP
Capacidad	17 Litros
Material	Acero inoxidable
Velocidad	3600 rpm
Nº cuchillas	4



Figura 72: Foto de licuadora industrial

Tabla 3: Tabla descriptiva de la dosificadora

NOMBRE	Dosificadora
FUNCION	
Facilita la distribución de mermelada en los envases donde será comercializada posteriormente	
DIMENSIONES	
Alto	1660 mm
Largo	938 mm
Ancho	1083 mm
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Funcionamiento	Manual
Capacidad	100 litros
Material	Acero inoxidable



Figura 73: Foto de la dosificadora

Tabla 4: Tabla descriptiva de la marmita

NOMBRE	Marmita
FUNCION	
Permite la uniforme cocción de las frutas en el proceso de elaboración de mermeladas y jaleas.	
DIMENSIONES	
Alto	1617 mm
Largo	770 mm
Ancho	1130 mm
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Voltaje	120 voltios
Capacidad	150 litros
Material	Acero inoxidable



Figura 74: Foto de la marmita

Tabla 5: Tabla descriptiva de la despulpadora

NOMBRE	Despulpadora
FUNCION	
Sirve para triturar alimentos una gran cantidad de frutas. Separa la pulpa de la cascara y las semillas usando pequeños filtros que posee .	
DIMENSIONES	
Alto	1093 mm
Largo	666 mm
Ancho	1694 mm
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Potencia	15 HP
Capacidad	100 kg
Material	Acero inoxidable



Figura 75: Foto de la despulpadora

Tabla 6: Tabla descriptiva de la rayadora

NOMBRE	Rayadora
FUNCION	
Permite cortar diversas frutas en rodajas o cuadraditos, para ser comercializarlas como conservas.	
DIMENSIONES	
Alto	1417 mm
Largo	430 mm
Ancho	1166 mm
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Voltaje	120 voltios
Potencia	550 w
Material	Acero inoxidable



Figura 76: Foto de la rayadora

Tabla 7: Tabla descriptiva de la selladora

NOMBRE	Selladora
FUNCION	
Permite sellar las bolsas con producto.	
DIMENSIONES	
Alto	1485 mm
Largo	600 mm
Ancho	600 mm
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Voltaje	110 voltios
Funcionamiento	A pedal
Material	Acero inoxidable



Figura 77: Foto de la selladora

Tabla 8: Tabla descriptiva de la olla

NOMBRE	Olla
FUNCION	
Sirve para el hervido de frutas	
DIMENSIONES	
Alto	1000 mm
Largo	700 mm
Ancho	1100 mm
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Capacidad	120 litros



Figura 78: Foto de la olla

2.8. Identificación de problemas y análisis de causas

Se identificarán los problemas principales que enfrenta la empresa en el proceso productivo de una determinada familia de productos, para posteriormente, analizar las causas raíces y proponer contramedidas que las minimicen o eliminen.

2.8.1. Selección del proceso principal de la empresa

La empresa en estudio cuenta, actualmente, con dos tipos de procesos productivos: producción de mermeladas y producción de purés (ver figura 79).

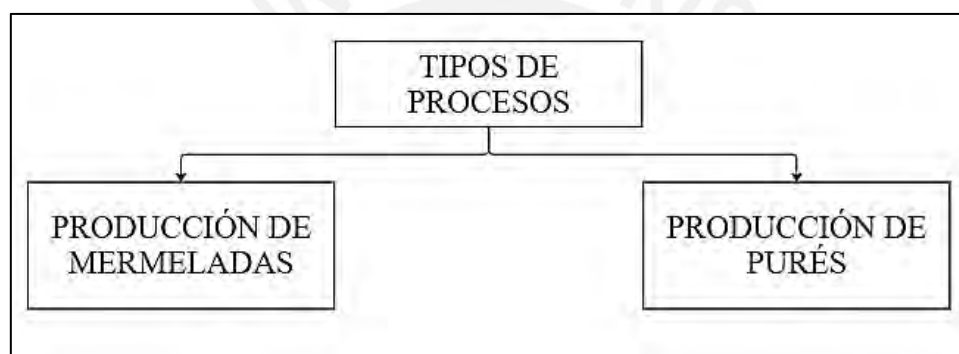


Figura 79: Procesos de la empresa

Se ha seleccionado el proceso productivo de mermeladas, debido a que presenta una mayor contribución tanto al nivel de ventas como a los ingresos, tal como se visualiza en la tabla 9.

Tabla 9: Cantidades vendidas e ingresos obtenidos por tipo de producto durante el año 2022

TIPO DE PROCESO	TIPO DE PRODUCTO	CANTIDAD (kg)	INGRESOS (soles)	CANTIDAD TOTAL (kg)	INGRESO TOTAL (soles)	PROPORCIÓN DE CANTIDAD	PROPORCIÓN DE INGRESOS
Producción de mermeladas	Mermelada clásica	16,400.00	300,000.00	20,400.00	396,000.00	92%	94%
	Mermelada gourmet	3,000.00	75,000.00				
	Mermelada Light	1,000.00	21,000.00				
Producción de purés	Purés	1,800.00	24,000.00	1,800.00	24,000.00	8%	6%
TOTAL				22,200.00	420,000.00	100%	100%

Con el fin de obtener una mejor apreciación de la brecha entre tipos de procesos, se expone el siguiente gráfico de barras (ver figura 80).

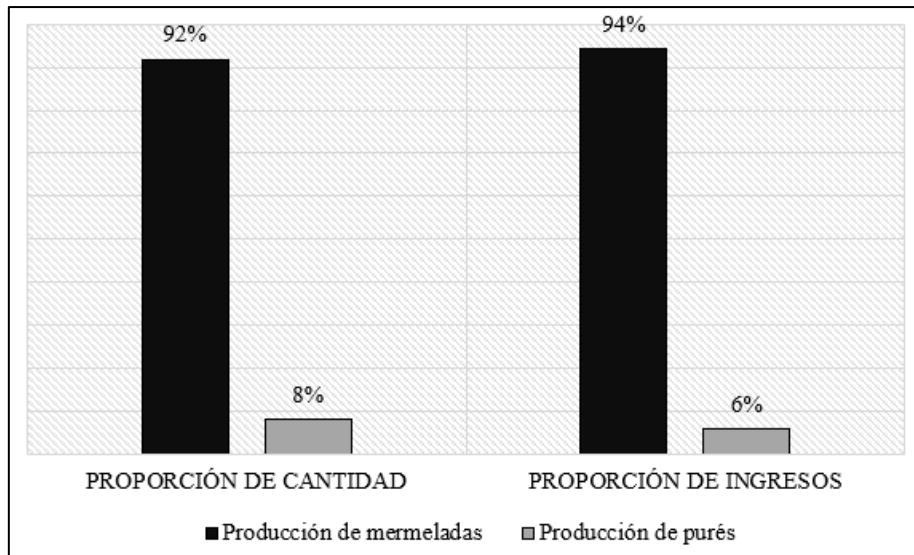


Figura 80: Comparativa de proporciones entre mermeladas y purés

2.8.2. Selección de la familia de productos

El proceso de producción de mermelada abarca 3 tipos de productos: mermelada gourmet, clásica o light (ver figura 81). Asimismo, cada uno de estos tipos abarca una gama de productos, variados en sabor, calidad, precio y operaciones.

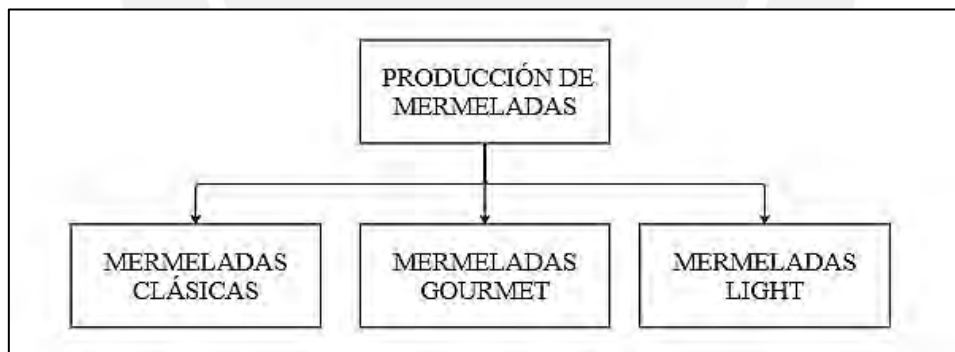


Figura 81: Tipos de productos del proceso de producción de mermeladas

Como se determinó en el inciso anterior, la mermelada clásica presenta la mayor producción y contribución económica; por lo que, luego de analizar las familias de productos que la componen, se constató que la familia de mermelada de fresa es aquella con mayor participación en los niveles de venta e ingresos, por lo tanto, se la elige como la principal familia de productos (ver tabla 10).

Tabla 10: Cantidades vendidas e ingresos obtenidos por familia de productos durante el año 2022

FAMILIA	PRODUCTOS	CANTIDAD (Kg)	INGRESO (soles)	PROPORCIÓN DE CANTIDAD	PROPORCIÓN DE INGRESO
F1	Fresa	10,400.00	187,200.00	63%	62%
F2	Naranja	1,800.00	32,400.00	11%	11%
F3	Piña- Maracuyá	2,400.00	43,200.00	15%	14%
F4	Mandarina - Mango	1,200.00	24,000.00	7%	8%
F5	Membrillo - Papaya - Higo	600.00	13,200.00	4%	4%
TOTAL		16,400.00	300,000.00	100%	100%

Con el fin de obtener una mejor apreciación de la brecha entre familias, se expone el siguiente gráfico de barras (ver figura 82).

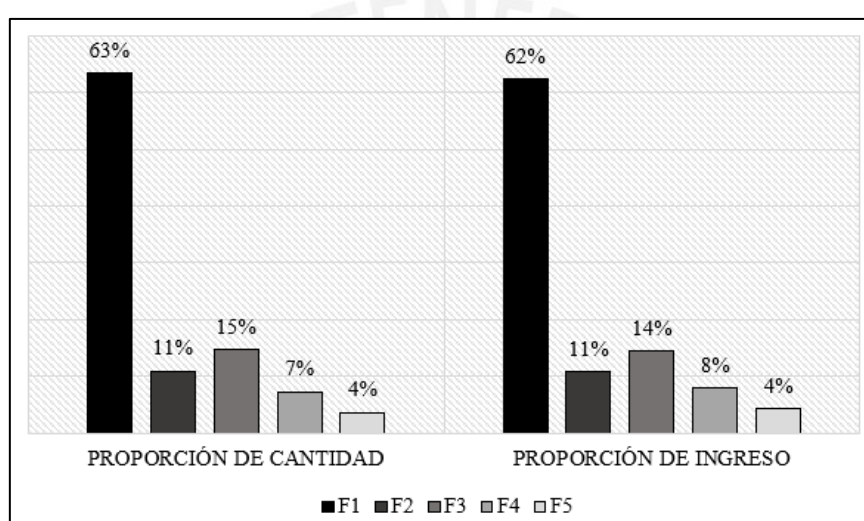


Figura 82: Comparativa de proporciones entre familias

2.8.3. Selección del producto estrella

La familia de mermelada de fresa, cuenta con un solo sabor, sin embargo, esta posee diversas presentaciones, de las cuales, tal como se aprecia en la tabla 11, la más vendida es la presentación de 400 gramos, con lo que se la elige como producto estrella.

Tabla 11: Cantidades vendidas e ingresos obtenidos por presentación de mermelada de fresa durante el año 2022

PRESENTACIÓN	CANTIDAD (kg)	PROPORCIÓN
Frasco 250 gr	1,000.00	10%
Frasco 400 gr	8,100.00	78%
Sachet 1 kg	1,300.00	13%
TOTAL	10,400.00	100%

Con el fin de obtener una mejor apreciación de la brecha entre presentaciones de mermelada de fresa, se expone el siguiente gráfico de barras (ver figura 83).

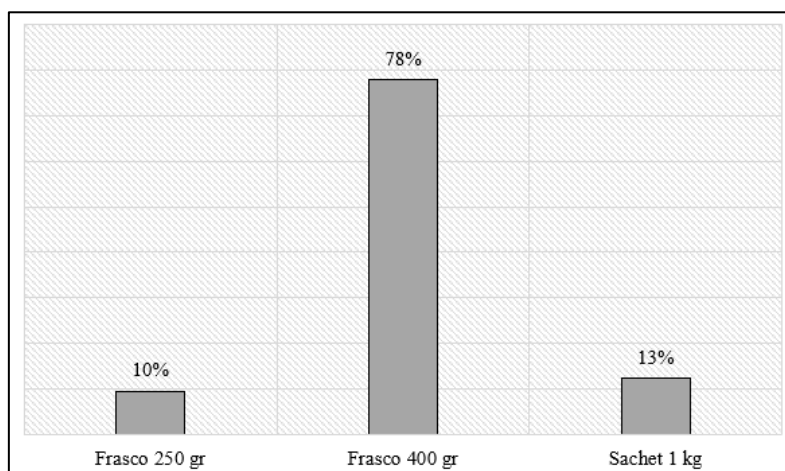


Figura 83: Comparativa de proporciones entre presentaciones de mermelada de fresa

A continuación, se muestra una fotografía del producto estrella (ver figura 84).



Figura 84: Mermelada de fresa en presentación de 400 gr

2.8.4. Construcción del VSM actual

En este inciso se aplicará la herramienta VSM (Mapeo de flujo de valor), con el fin de visualizar a detalle el proceso productivo de la familia de productos de mermelada de fresa, y posteriormente, determinar desperdicios y problemas.

Para el desarrollo del VSM se debe tener en consideración las siguientes consideraciones relevantes.

- Los datos a partir de los cuales se desarrolla el VSM actual pertenecen al mes de mayo de 2023, en el cual, al ser un mes de campaña, se requirió la fabricación de 1000 kg de mermelada de fresa; además, la única presentación solicitada fue la de 400 gr, debido a su adaptabilidad para la elaboración de canastas del día de la madre (ver tabla 12).

Tabla 12: Demanda del mes de mayo del 2023

DEMANDA	CANTIDAD	UNIDAD
Mensual	1000	Kg
Semanal	250	Kg
Diaria	50	Kg

- Se organizaron los procesos en orden secuencial de izquierda a derecha. Los procesos de recepción, selección y limpieza fueron agrupados, pues se realizan en una misma ubicación, por los mismos operarios y no contienen pausas entre ellos; la misma situación se presenta con los procesos de pre cocción y cocción, los cuales se realizan ininterrumpidamente y en la misma marmita.
- La empresa adquiere semanalmente la cantidad de fresa requerida, y la almacena, extrayendo únicamente la cantidad requerida para la producción diaria. Asimismo, el cliente envía sus previsiones mensuales, y realiza compras semanalmente, que son entregadas cada viernes.
- Debido a restricciones mínimas de funcionamiento de los equipos de la fábrica, se determina que la unidad de medida sobre la que se realizará el VSM será de 50 kilogramos de mermelada, la cual equivale a 30 kg de fresa y 125 frascos (ver tabla 13).

Tabla 13: Unidad de medida

UNIDAD DE MEDIDA	
50 Kg de mermelada de fresa	
EQUIVALENCIAS	
30 Kg de fresa	125 frascos de 400 gr

- La jornada laboral es de 8 horas, con media hora de descanso, y solo se labora un turno. Sin embargo, el tiempo planificado máximo para la producción de mermelada de fresa es de 2 horas y media desde el inicio de la jornada, es decir, sin descanso (ver tabla 14).

Tabla 14: Disposición de tiempos

Número de turnos por día	1
Tiempo planificado para producción de mermelada de fresa	150 min / día

- No se presentan tiempos de cambio de herramienta o preparación, pues la línea inicia preparada, y hay despeje de línea luego de la producción de cada familia de productos con el fin de evitar contaminación cruzada.

En la figura 85, se presenta el VSM para la situación actual.

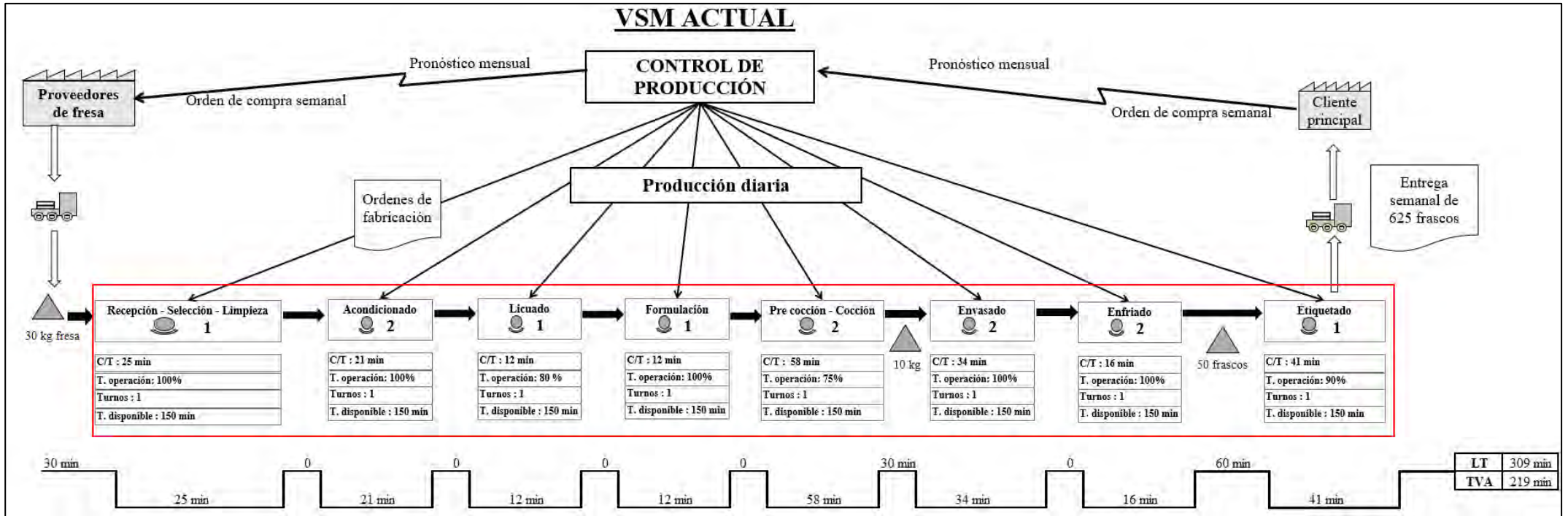


Figura 85: VSM actual

Finalmente, a partir del VSM se identificaron los siguientes problemas:

- Hay stock de productos en proceso
- Hay un tiempo de entrega alto
- Hay baja operatividad de las máquinas, es decir, no se encuentran operando el 100% del tiempo disponible.
- La proporción del tiempo de valor agregado respecto al lead time es de 71%, lo cual refleja que hay actividades que no agregan valor.

2.8.5. Determinación del *Takt Time*

Para analizar la situación actual del proceso productivo es necesario calcular el *Takt Time*, pues permite conocer el ritmo de la demanda del cliente, es decir, el tiempo al cual el proceso debe fabricar una unidad de medida del producto.

Para ello, se requiere conocer los siguientes datos:

- **Tiempo de producción disponible:** Durante el mes de mayo, solo para la fabricación de mermelada de fresa, se destina un plazo máximo de 2 horas y media diarias, desde el inicio de la jornada y sin descansos, es decir, se dispone de 150 minutos diarios.
- **Cantidad total requerida por el cliente:** La empresa requiere la fabricación de 1000 kg mensuales de mermelada de fresa en envases de 400 gr, lo que equivaldría a 250 kg por semana y 50 kg diarios. Asimismo, se estableció como unidad de medida 50 kg de mermelada de fresa, que equivale a 30 kg de fresa o 125 frascos, por lo tanto, el cliente demanda una unidad de medida diaria.

Posteriormente, se realiza el siguiente cálculo del *Takt Time*, donde se obtiene un valor de 150 minutos por unidad de medida, en otros términos, el cliente demanda que se produzcan 50 kg de mermelada de fresa cada dos horas y media (ver figura 86).

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Cantidad Total Requerida}} = \frac{150 \text{ minutos / día}}{1 \text{ unidad de medida / día}} = 150 \text{ minutos / unidad de medida}$$

Figura 86: Cálculo del *Takt Time*

En la figura 87, se puede observar que el *Takt Time* obtenido es mayor a los tiempos de ciclo de cada operación, con lo cual, se puede afirmar que la empresa si logra satisfacer la demanda del cliente dentro del plazo establecido y no cuenta con operaciones cuello de botella. Sin embargo, se aprecia que hay tiempo muerto, es decir, que los operarios poseen tiempo ocioso y, posiblemente, hay un exceso de mano de obra asignado a la producción actual. Asimismo, se puede contemplar la posibilidad de agrupar las actividades en celdas y automatizarlas.

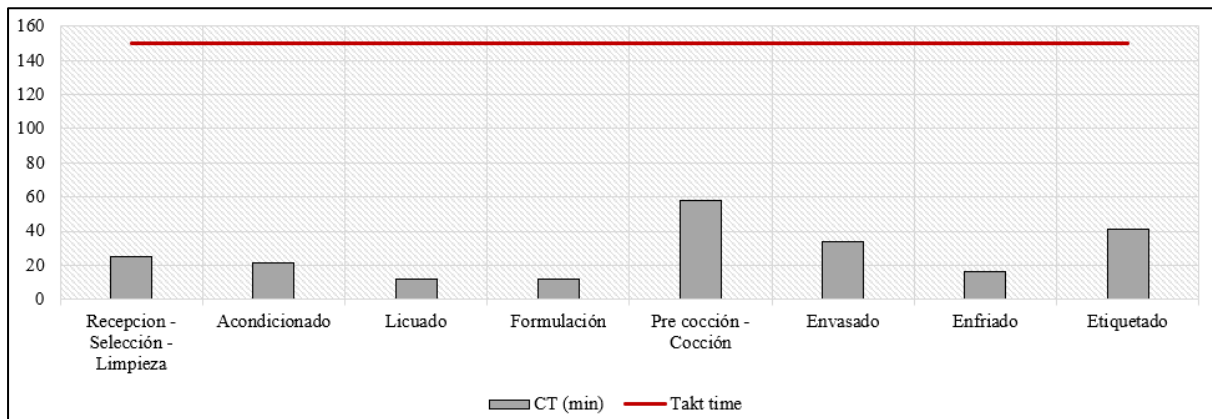


Figura 87: Comparativa de los tiempos de ciclo con el *Takt Time*

2.8.6. Identificación de los 7 + 1 desperdicios

A continuación, se analizarán los 7 + 1 desperdicios:

- **Sobreproducción:** La planificación de la producción mensual se realiza en base al pronóstico de los pedidos de los clientes, sin embargo, se incrementa un porcentaje de producción de seguridad, para cubrir los productos defectuosos, los cuales, al no ocurrir en el total de las veces, se genera sobreproducción.
- **Exceso de inventario:** Para disminuir el efecto de la variación de precios de las materias primas e insumos en la estructura de costos de los productos, se opta por adquirir en cantidades superiores a las requeridas para la producción actual y a la capacidad de los almacenes, con lo que se genera desorganización.
- **Transportes innecesarios:** En el proceso de enfriamiento se observa que cuando las tinas de enfriamiento se encuentran ocupadas, con lo que se debe transportar los frascos al área de lavado, generando una obstrucción del flujo productivo.

- **Esperas:** Se presentan tiempos de espera en el proceso de envasado y etiquetado, debido a que dichos operarios se encuentran ocupados en otras operaciones, a la desorganización en su zona de trabajo y debido a las averías de sus máquinas o instrumentos.

- **Movimientos innecesarios:** En áreas de formulación, envasado y etiquetado no hay una distribución adecuada y permanente para los instrumentos, por lo que los operarios realizan movimientos adicionales para encontrar los objetos que necesitan. Además, debido a la avería recurrente de algunas máquinas, como la dosificadora, los operarios deben adoptar posturas inadecuadas y realizar movimientos repetitivos.

- **Defectos:** Se generan productos defectuosos en el proceso de cocción cuando los parámetros no alcanzan las especificaciones requeridas por los clientes, lo que conlleva a realizar reprocesamiento, dilatando así el tiempo de producción y ocupando recursos adicionales.

- **Sobre procesamiento:** Para la presentación hotelera, es decir, los de 42 gr, se le realiza un sellado plastificado interno de seguridad que no es necesario para la mayoría de los clientes, quienes únicamente requieren el sellado externo de adhesivos. También se emplean mayores cantidades de azúcar en ciertos lotes de mermelada para alcanzar un nivel de grados brix que el cliente no exige.

- **Desaprovechamiento del conocimiento:** No se realizan capacitaciones periódicas de ningún tipo a los trabajadores, con lo que se deja de aprovechar su potencial para el desarrollo de la empresa.

En la tabla 15, presentará un resumen de los desperdicios y los problemas que se desprenden de cada uno.

Tabla 15: Listado de desperdicios

DESPERDICIO	DESCRIPCIÓN	PROBLEMA
Sobreproducción	Producción adicional para cubrir productos defectuosos	Consumo innecesario de recursos, demoras en el proceso de producción
Exceso de inventario	Los almacenes no tienen capacidad para almacenar el volumen de materias primas e insumos adquiridos	Desorden en los almacenes de materias primas e insumos, retrasos en el abastecimiento
Transportes innecesarios	Traslados innecesarios de materias primas y productos	Demora en el traslado, desorden
Esperas	Esperas por fallas de máquinas, desorganización de la zona de trabajo y actividades compartidas	Demora en el proceso de producción, parada de máquina
Movimientos innecesarios	Los operarios realizan movimientos no planificados y adoptan posturas disergonómicas	Demoras en el proceso de producción, desorganización
Defectos	Se generan productos defectuosos que conlleva la reprocesamientos	Demoras en el proceso de producción, retrasos en los tiempos de entrega
Sobre procesamiento	Se realiza un sellado interno no solicitado por los clientes, se endulza demasiado en algunos lotes	Incremento del tiempo de producción
Desaprovechamiento del conocimiento	No se realizan capacitaciones periodicas a los trabajadores.	Personal desmotivado para el cumplimiento de metas, errores

2.8.7. Análisis de métrica Lean (OEE)

Con el fin de determinar la efectividad actual de la planta se calcula el indicador OEE.

- **Disponibilidad:** Se obtuvo un valor de 73%, lo que indica que realmente se dedicó a producción solo el 73% del tiempo planificado. Este resultado se debe a las paradas de máquina, averías y demoras en el proceso productivo (ver tabla 16).

Tabla 16: Cálculo de la disponibilidad

Horas por turno	8	horas
Numero de turnos	1	turno
Tiempo de descanso (incluye tiempo en servicios higiénicos)	0.5	hora
Tiempo planeado de producción	7.5	horas
Tiempo de actividad no programado (errores, demoras, paradas de máquinas)	2	hora
Tiempo disponible	5.5	horas
DISPONIBILIDAD	73%	

- **Rendimiento:** Su valor se calculó en 79%, pues fue afectado por las paradas de máquinas, reprocesamiento de defectuosos y velocidad de producción más lenta respecto a la ideal (ver tabla 17).

Tabla 17: Cálculo del rendimiento

Unidad de medida	50	kg
Numero de productos producidos	2	unidades de medida
Tiempo de ciclo ideal (para 1unidad de medida)	130	min
Tiempo disponible	5.5	horas
RENDIMIENTO	79%	

- **Calidad:** Su valor alcanza el 80%, debido a los productos no conformes generados en el proceso productivo (ver tabla 18).

Tabla 18: Cálculo de la calidad

Numero de productos producidos	2	unidades de medida
Numero de productos rechazados	0.4	unidad de medida
CALIDAD	80%	

En base a los resultados de los indicadores calculados anteriormente, se determina que la efectividad global de los equipos (OEE) es de 51%, con lo que se encuentra bajo el nivel de las empresas de manufactura de clase mundial, cuyo valor es de 85%. También se identifica que todos los indicadores se encuentran por debajo de su valor ideal, los cuales, según Guillén (2019), son 90% para la disponibilidad, 95% para el rendimiento y 99% para la calidad, por lo tanto, se determina que el más deficiente es el rendimiento (ver tabla 19).

Tabla 19: Cálculo del OEE

INDICADOR	VALOR OBTENIDO	VALOR IDEAL
DISPONIBILIDAD	73%	90%
RENDIMIENTO	79%	95%
CALIDAD	80%	99%
OEE	46%	85%

2.8.8. Listado de problemas

En línea con el análisis realizado anteriormente con herramientas como el VSM, 7+1 desperdicios y análisis del OEE; se realizó un listado de problemas, los cuales se encuentran agrupados en dos categorías:

- **Retraso en las fechas de entrega:** Frecuentemente no se logra completar los pedidos de las mermeladas de la línea gourmet, light y purés en el tiempo pactado con el cliente; por otro lado, las mermeladas de la línea clásica no suelen presentar retrasos, debido a que su producción es priorizada sobre el resto de productos, en especial, las mermeladas de fresa y naranja.
- **Organización deficiente en el área de producción:** El área de producción se encuentra desorganizada, se obstruye el tránsito con objetos en lugares que no corresponden, no se presentan señalizaciones y las herramientas e insumos no tienen un lugar definido por lo que los operarios tardan más en ubicarlos. Asimismo, los almacenes de materias primas e insumos no presentan un orden que facilite la rápida selección de aquellos productos necesarios.

En la tabla 20 se presenta un resumen con los problemas agrupados.

Tabla 20: Listado de problemas

HERRAMIENTA	PROBLEMA	PROBLEMA PRINCIPAL
VSM	Baja operatividad de máquinas	Retraso en las fechas de entrega
VSM	Tiempo de entrega prolongado	
7 + 1 desperdicios (Esperas)	Demoras en el proceso de producción, paradas de máquina	
7 + 1 desperdicios (Defectos)	Demoras en el proceso de producción, reprocesamientos	
7 + 1 desperdicios (Sobreproducción)	Demoras en el proceso de producción, consumo innecesario de recursos	
OEE	Paradas y averías de máquinas, reprocesamiento de defectuosos, demoras en el proceso de producción	
7 + 1 desperdicios (Sobre procesamiento)	Incremento del tiempo de producción	
7 + 1 desperdicios (Transportes innecesarios)	Demora en el traslado, desorden	Organización deficiente en el área de producción
7 + 1 desperdicios (Movimientos innecesarios)	Demoras en el proceso de producción, desorganización	
7 + 1 desperdicios (Desaprovechamiento del conocimiento)	Personal desmotivado, errores humanos, tiempo ocioso	
7 + 1 desperdicios (Exceso de inventario)	Desorden en almacenes de materias primas e insumos, retrasos en el abastecimiento	
VSM	Inventario de productos en proceso, obstrucción de zona de producción	

2.8.9. Análisis y determinación de causas principales mediante diagrama de Ishikawa y principio de Pareto

En el presente subcapítulo, se busca determinar las causas raíces de los principales problemas, para ello se realiza el estudio que se muestra a continuación.

- Primer problema: Retraso en las fechas de entrega

Con el objetivo de identificar las causas de este problema principal, se realiza el diagrama de *Ishikawa* (ver figura 88).

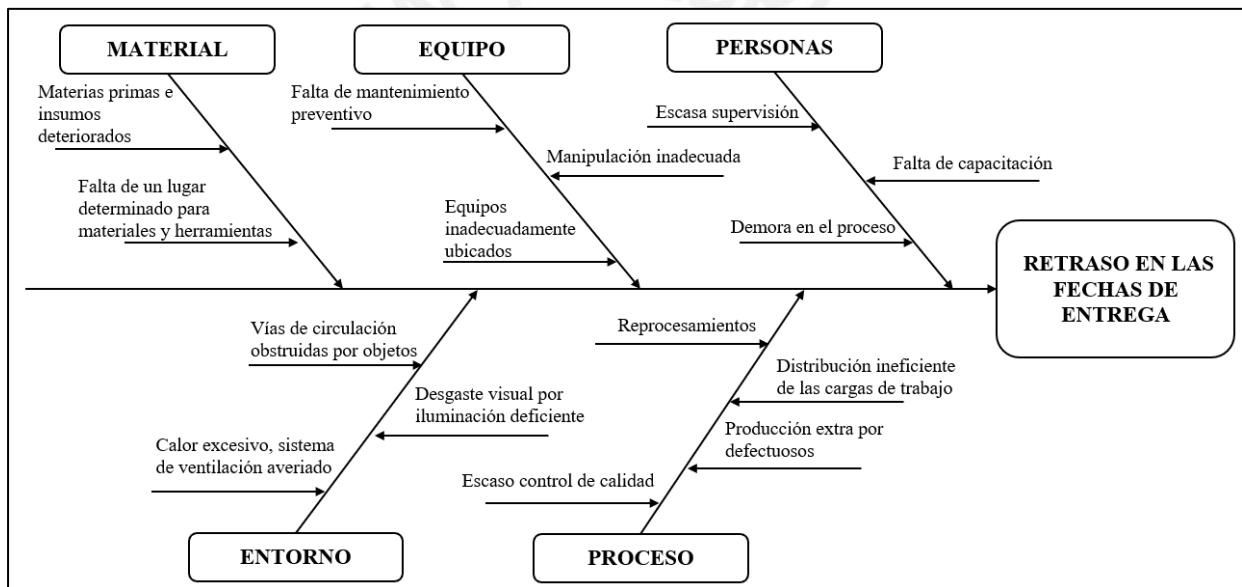


Figura 88: Diagrama de *Ishikawa* del primer problema

Posteriormente, habiendo identificado las causas de los dos principales problemas se realizará la ponderación de las mismas. Para ello, se empleó la herramienta de lluvia de ideas, en la cual participaron el gerente general, el jefe de producción y un operario. Asimismo, se utilizó una escala del 1 al 5, siendo 1 la prioridad más baja, y 5 la más alta o crítica (ver tabla 21).

Tabla 21: Ponderación de causas del primer problema

PROBLEMA PRINCIPAL	CATEGORÍA	CAUSAS	PUNTAJES			
			Gerente general	Jefe de producción	Operario	Puntaje Total
Retraso en las fechas de entrega	Material	Materias primas e insumos deteriorados	2	2	1	5
		Falta de un lugar determinado para materiales y herramientas	3	4	3	10
	Equipo	Falta de mantenimiento preventivo	5	4	4	13
		Manipulación inadecuada	2	3	3	8
		Equipos inadecuadamente ubicados	2	2	3	7
	Personas	Escasa supervisión	3	4	2	9
		Falta de capacitación	2	3	3	8
		Demora en el proceso	5	5	3	13
	Entorno	Vías de circulación obstruidas por objetos	4	3	2	9
		Desgaste visual por iluminación deficiente	2	3	2	7
		Calor excesivo, sistema de ventilación averiado	2	2	3	7
	Proceso	Reprocesamientos	2	4	3	9
		Distribución ineficiente de las cargas de trabajo	4	5	4	13
		Producción extra por defectuosos	4	2	2	8
		Escaso control de calidad	3	3	3	9

Con el fin de visualizar con mayor claridad el puntaje total obtenido por cada causa, se presenta el siguiente gráfico de barras (ver figura 89).

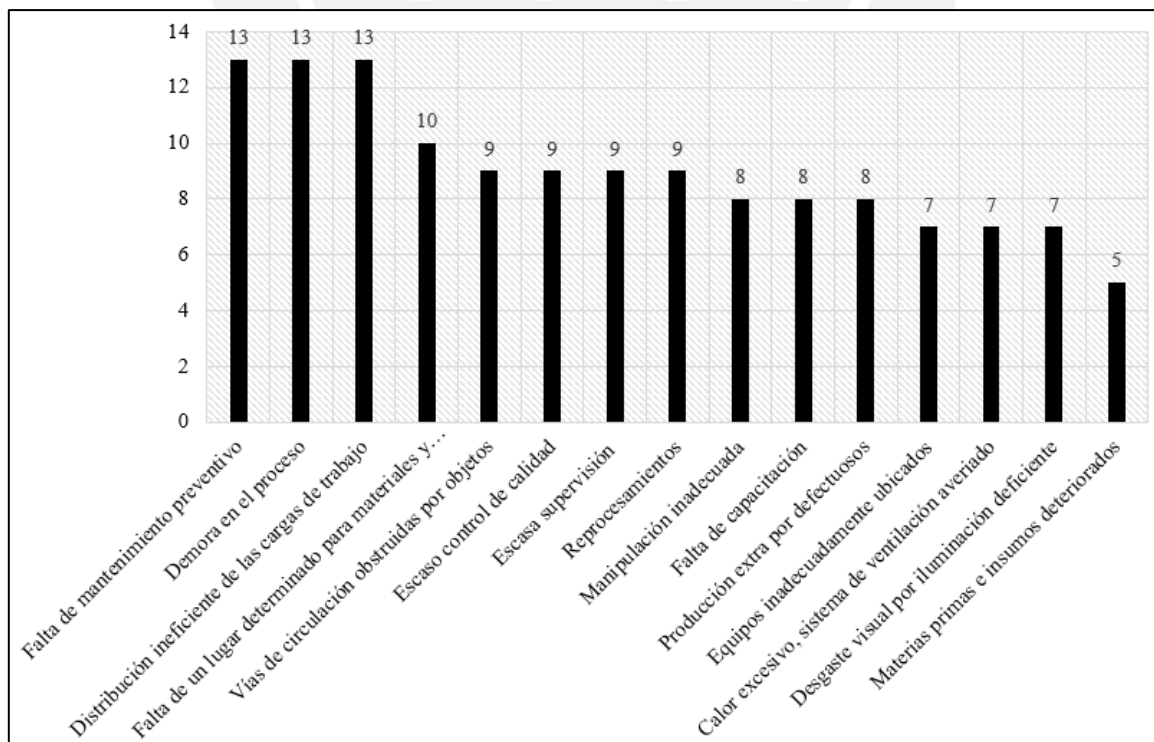


Figura 89: Gráfico de barras de puntajes totales de causas del primer problema

Finalmente, mediante el uso de un diagrama de Pareto, en el cual se sostiene que el 20% de las causas generan el 80% de los problemas, se procederá a identificar las causas principales para cada uno de los problemas. Por ello, se seleccionan las 3 primeras causas que reúnen el 29%, como se aprecia en la tabla 22, pues a pesar de sobrepasar el 20% ideal, todas tienen el mismo porcentaje parcial, de modo que abarcarlas permite optimizar resultados.

Tabla 22: Porcentajes acumulados por causas del primer problema

ÍTEM	CAUSAS	PUNTAJE TOTAL	PORCENTAJE PARCIAL	PORCENTAJE ACUMULADO
C1	Falta de mantenimiento preventivo	13	10%	10%
C2	Demora en el proceso	13	10%	19%
C3	Distribución ineficiente de las cargas de trabajo	13	10%	29%
C4	Falta de un lugar determinado para materiales y herramientas	10	7%	36%
C5	Vías de circulación obstruidas por objetos	9	7%	43%
C6	Escaso control de calidad	9	7%	50%
C7	Escasa supervisión	9	7%	56%
C8	Reprocesamientos	9	7%	63%
C9	Manipulación inadecuada	8	6%	69%
C10	Falta de capacitación	8	6%	75%
C11	Producción extra por defectuosos	8	6%	81%
C12	Equipos inadecuadamente ubicados	7	5%	86%
C13	Calor excesivo, sistema de ventilación averiado	7	5%	91%
C14	Desgaste visual por iluminación deficiente	7	5%	96%
C15	Materias primas e insumos deteriorados	5	4%	100%
		135	100%	

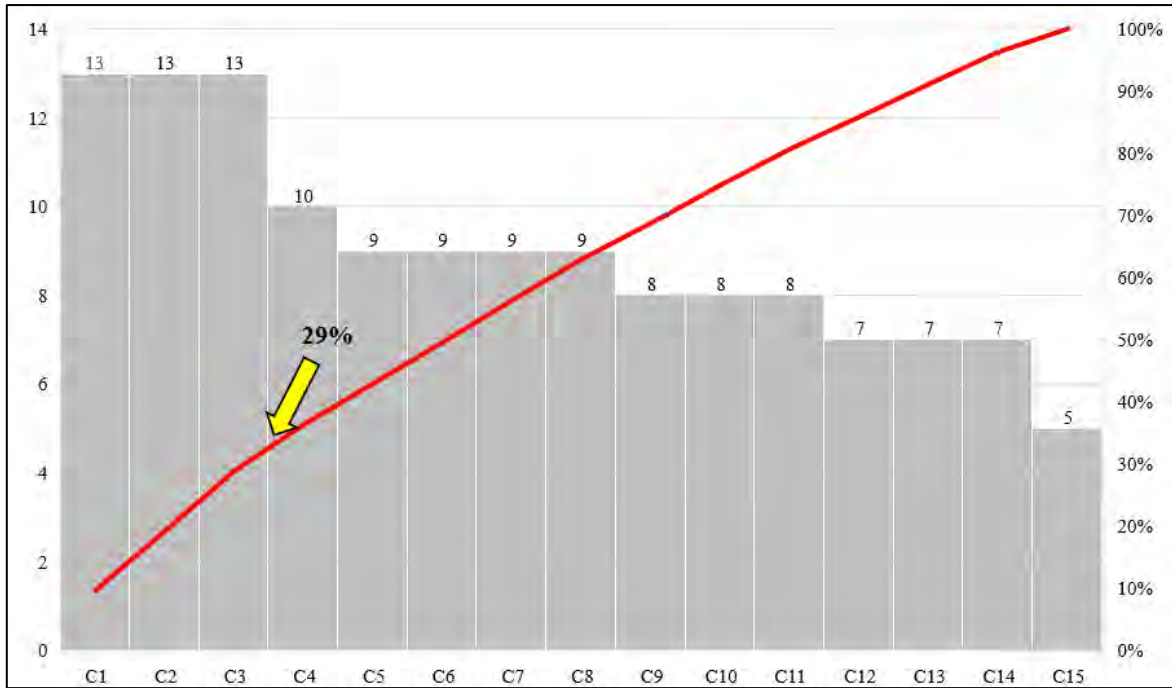


Figura 90: Diagrama de Pareto del primer problema

- Segundo problema: Organización deficiente en el área de producción

De la misma manera que con el problema anterior, se realiza el diagrama de *Ishikawa* (ver figura 91).

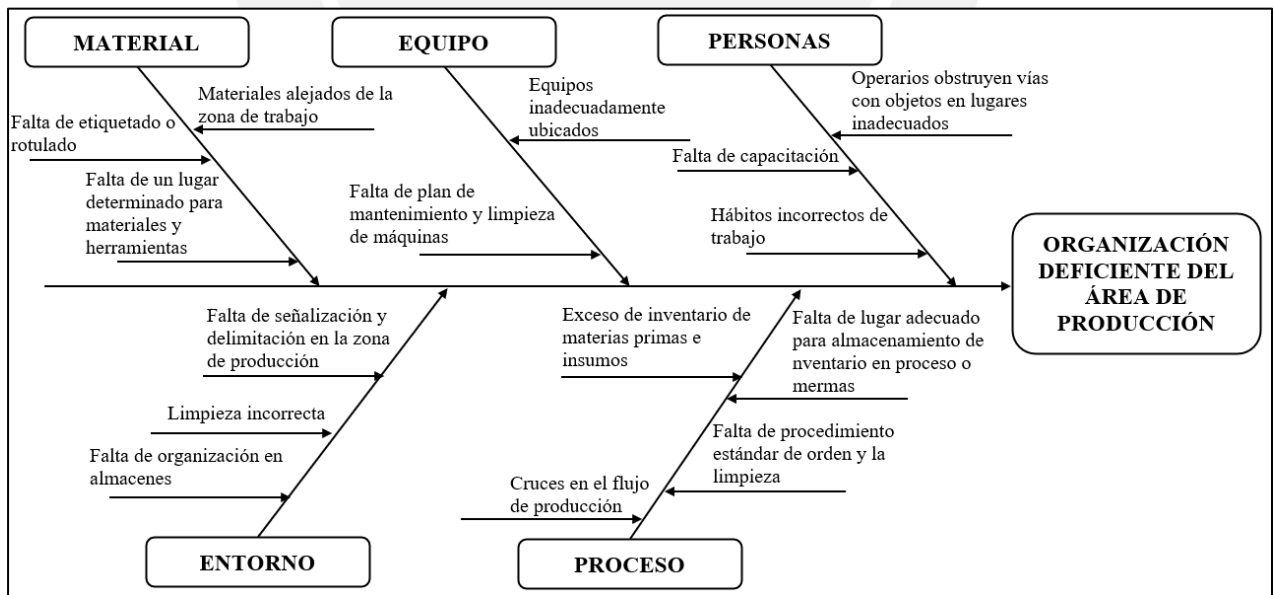


Figura 91: Diagrama de *Ishikawa* del segundo problema

Posteriormente, habiendo identificado las causas de los dos principales problemas se realizará la ponderación de las mismas. Para ello, se empleó la herramienta de lluvia de ideas, en la cual participaron el gerente general, el jefe de producción y un operario. Asimismo, se utilizó una escala del 1 al 5, siendo 1 la prioridad más baja, y 5 la más alta o crítica (ver tabla 23).

Tabla 23: Ponderación de causas del segundo problema

PROBLEMA PRINCIPAL	CATEGORÍA	CAUSAS	PUNTAJES			
			Gerente general	Jefe de producción	Operario	Puntaje Total
Organización deficiente del área de producción	Material	Materiales alejados de la zona de trabajo	4	4	4	12
		Falta de etiquetado o rotulado	3	3	4	10
		Falta de un lugar determinado para materiales y herramientas	4	4	4	12
	Equipo	Equipos inadecuadamente ubicados	2	3	2	7
		Falta de plan de mantenimiento y limpieza de máquinas	3	4	4	11
	Personas	Operarios obstruyen vías con objetos en lugares inadecuados	3	3	2	8
		Falta de capacitación	2	3	4	9
		Hábitos incorrectos de trabajo	2	3	2	7
	Entorno	Falta de señalización y delimitación en la zona de producción	5	5	4	14
		Limpieza incorrecta	3	4	2	9
		Falta de organización en almacenes	2	3	4	9
	Proceso	Exceso de inventario de materias primas e insumos	2	2	2	6
		Falta de lugar adecuado para almacenamiento de inventario en proceso o mermas	5	4	5	14
		Falta de procedimiento estándar de orden y la limpieza	5	5	5	15
		Cruces en el flujo de producción	2	3	3	8

Con el fin de visualizar con mayor claridad el puntaje total obtenido por cada causa, se presenta el siguiente gráfico de barras (ver figura 92).

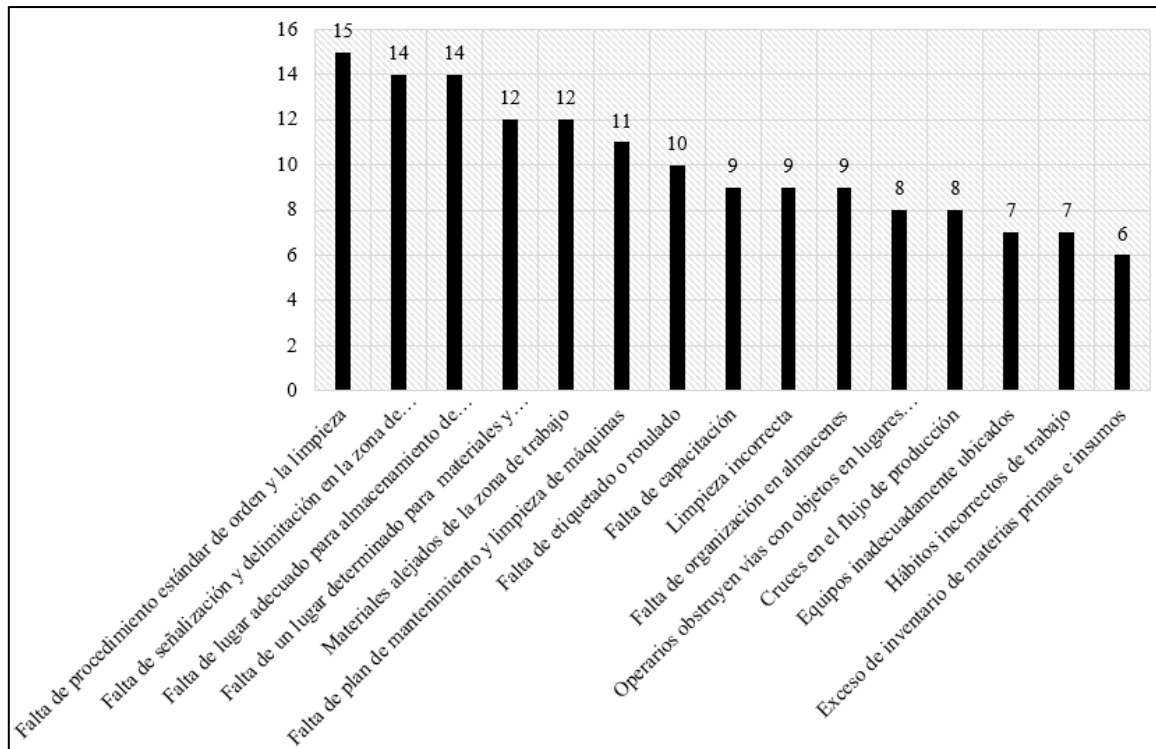


Figura 92: Gráfico de barras de puntajes totales de causas del segundo problema

Finalmente, mediante el uso de un diagrama de Pareto, en el cual se sostiene que el 20% de las causas generan el 80% de los problemas, se procederá a identificar las causas principales para cada uno de los problemas. Por ello, se seleccionan las 3 primeras causas que reúnen el 28%, como se aprecia en la tabla 24, pues a pesar de sobrepasar el 20% ideal, la segunda y tercera tienen el mismo porcentaje parcial, de modo que abarcarlas todas permite optimizar resultados.

Tabla 24: Porcentajes acumulados por causas del segundo problema

ÍTEM	CAUSAS	PUNTAJE TOTAL	PORCENTAJE PARCIAL	PORCENTAJE ACUMULADO
C1	Falta de procedimiento estándar de orden y la limpieza	15	10%	10%
C2	Falta de señalización y delimitación en la zona de producción	14	9%	19%
C3	Falta de lugar adecuado para almacenamiento de inventario en proceso o mermas	14	9%	28%
C4	Falta de un lugar determinado para materiales y herramientas	12	8%	36%
C5	Materiales alejados de la zona de trabajo	12	8%	44%
C6	Falta de plan de mantenimiento y limpieza de máquinas	11	7%	52%
C7	Falta de etiquetado o rotulado	10	7%	58%
C8	Falta de capacitación	9	6%	64%
C9	Limpieza incorrecta	9	6%	70%
C10	Falta de organización en almacenes	9	6%	76%
C11	Operarios obstruyen vías con objetos en lugares inadecuados	8	5%	81%
C12	Cruces en el flujo de producción	8	5%	87%
C13	Equipos inadecuadamente ubicados	7	5%	91%
C14	Hábitos incorrectos de trabajo	7	5%	96%
C15	Exceso de inventario de materias primas e insumos	6	4%	100%
		151	100%	

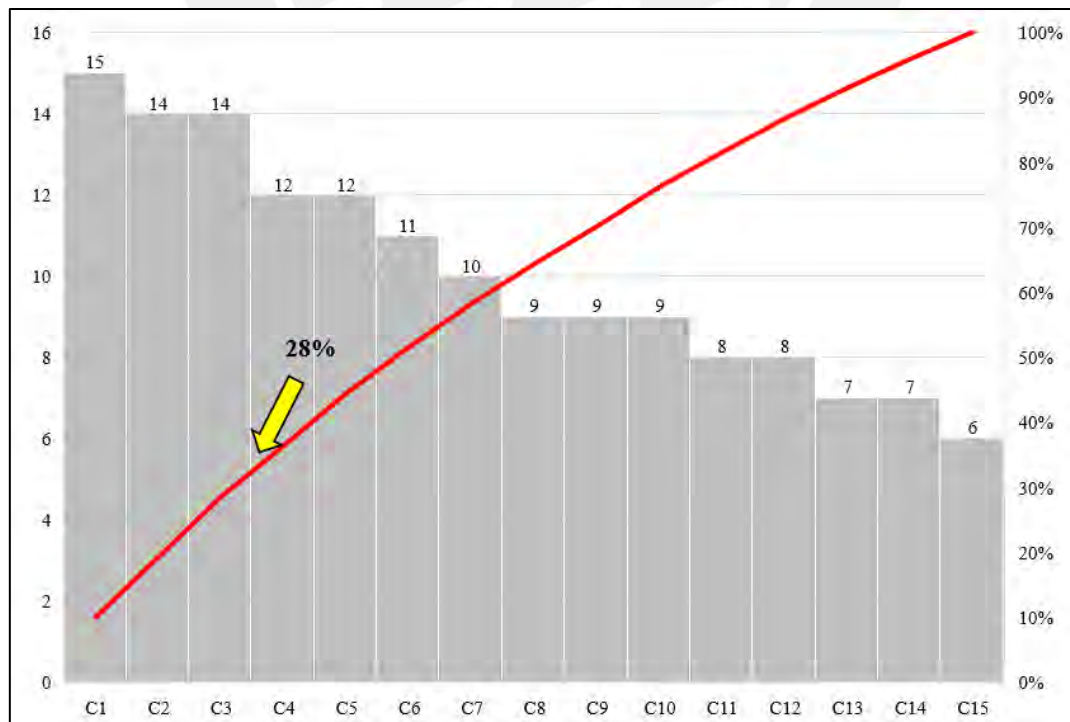


Figura 93: Diagrama de Pareto del segundo problema

2.9. Identificación de contramedidas

2.9.1. Identificación de contramedidas para resolver las principales causas

En la tabla 2.25 se muestran las causas principales y las herramientas de *Lean Manufacturing* que se emplearán para el desarrollo de las contramedidas.

Tabla 25: Contramedidas

PROBLEMA	CAUSA PRINCIPAL	HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING
Retraso en las fechas de entrega	Demora en el proceso	Celdas de manufactura
	Distribución ineficiente de las cargas de trabajo	
	Falta de mantenimiento preventivo	Mantenimiento autónomo
Organización deficiente del área de producción	Falta de procedimiento estándar de orden y la limpieza	5S
	Falta de señalización y delimitación en la zona de producción	
	Falta de lugar adecuado para almacenamiento de inventario en proceso o mermas	

2.9.2. VSM con propuestas de mejora

En la figura 94, se aprecia el VSM con las herramientas de mejora a aplicar.

VSM CON PROPUESTAS DE MEJORA

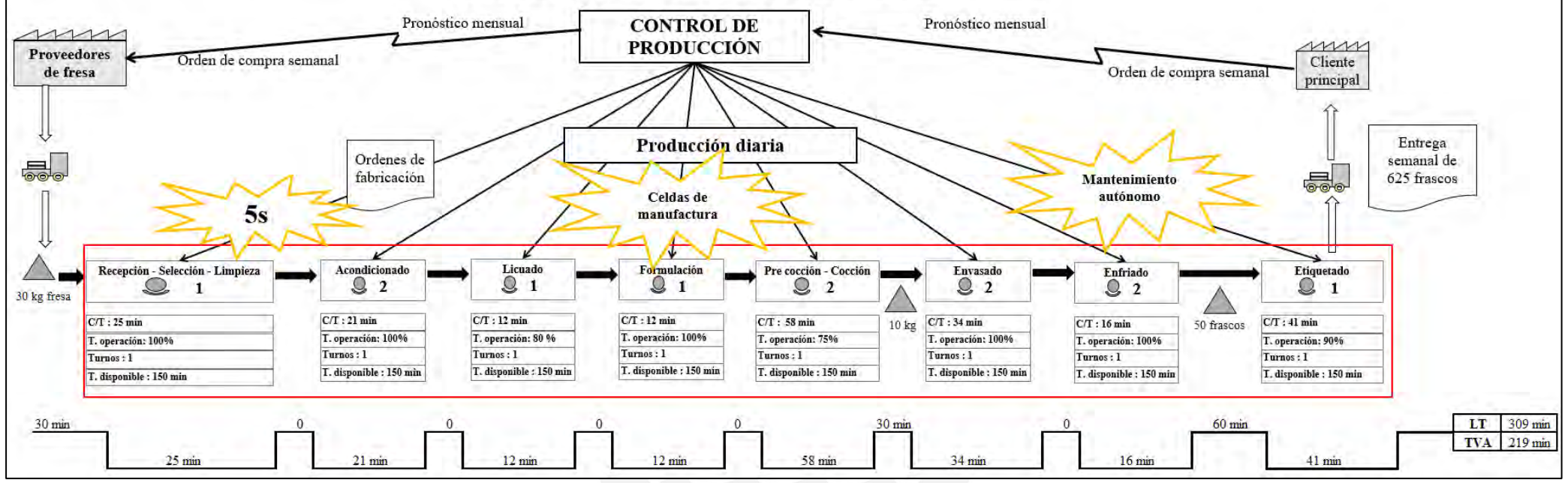


Figura 94: VSM con herramientas de mejora a aplicar

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Se desarrollan las herramientas de mejora propuestas para resolver los problemas detectados en el capítulo anterior.

Se presentará la implementación de la metodología 5 “S”, mantenimiento autónomo y celdas de manufactura, asimismo, se detallará los beneficios que generan.

3.1. Implementación de las 5 “S”

Mediante el uso de esta herramienta se apuntará a obtener un espacio de trabajo limpio y organizado que facilite el desarrollo del flujo de operaciones. Asimismo, se apunta a conseguir un espacio de trabajo agradable y cómodo para los trabajadores.

Para la adecuada implementación de esta herramienta se consignaron los siguientes comités de trabajo.

- **Comité central:** Es el encargado de liderar el proyecto de implementación de las 5 “S”. Se conforma por 5 operarios de producción, que fungirán de líderes de los comités de cada una de las “S”, el analista de proyectos de mejora y el gerente general, que será el líder del proyecto. Cumple funciones de planificación, ejecución y seguimiento al desarrollo de la mejora.
- **Comité fotografía:** Es el responsable del registro fotográfico de los ambientes del área de producción, con el fin de documentar el antes y después de la implementación de cada “S”. Para ello, a un operario del comité central se le asignará la responsabilidad de fotografiar la implementación de una S.
- **Comité de lanzamiento:** Su misión es dar a conocer la implementación de las 5 “S” a todo el personal de la planta y los beneficios que conlleva. Se valdrán de medios didácticos como infografías, afiches, paneles, presentaciones y videos. Está conformado por 2 trabajadores del área de recursos humanos.
- **Comité de capacitación:** Se responsabilizan de enseñar al personal sobre la aplicación y funciones de cada “S”, así como evaluar los conocimientos adquiridos en cada una de ellas. Este compuesto por un trabajador del área de recursos humanos, quien se encargará de la coordinación con el consultor *Lean*.

- **Comité de auditoría:** Su objetivo es fiscalizar periódicamente el cumplimiento de las 5 “S”. Se conforma de 3 líderes del área productiva: el jefe de producción, supervisor de calidad y un operario de mayor antigüedad.

En la figura 95, se detalla la organización de los comités.

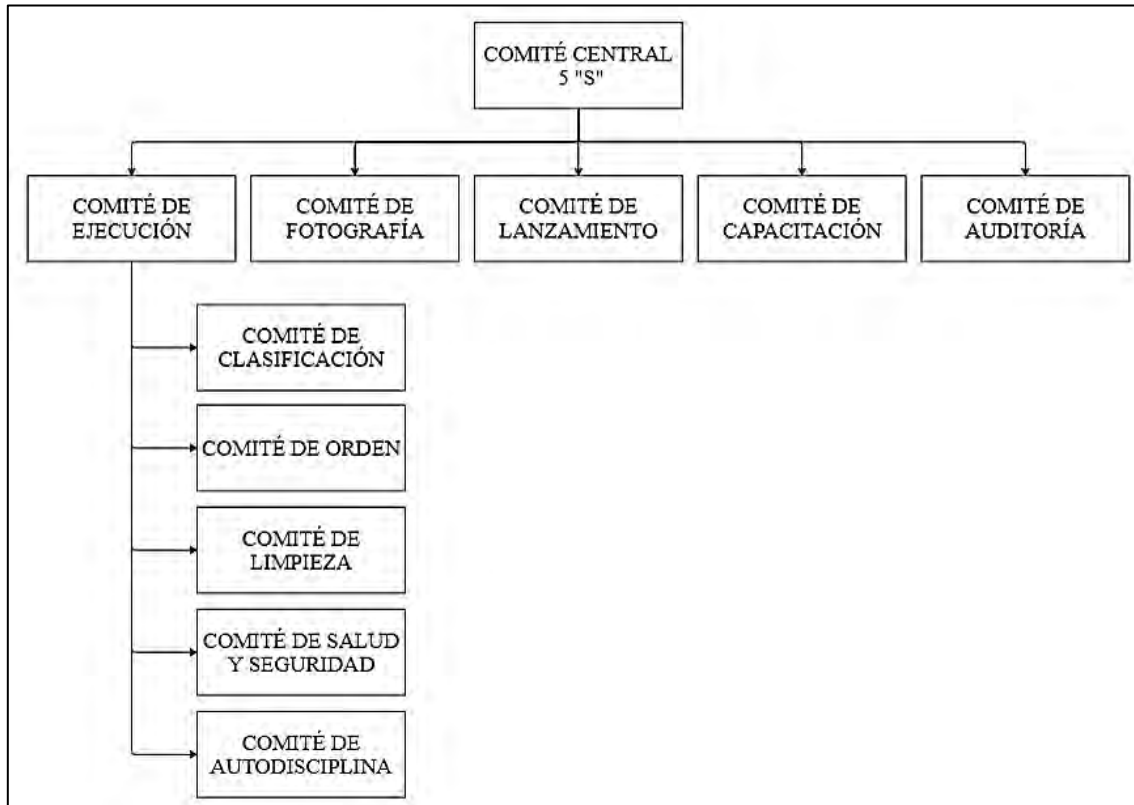


Figura 95: Comités de implementación de 5 “S”

Antes de dar inicio a la implementación de las 5 “S” se realizará una etapa de inducción, en la cual se buscará sensibilizar y dar alcances al personal sobre las herramientas de *Lean Manufacturing*. Dicha etapa será liderada por un Consultor Lean, y estará compuesta por 2 sesiones de 2 horas por semana, durante 2 semanas. Asimismo, la capacitación para cada “S” será de 3 sesiones de 2 horas durante 1 semana.

3.1.1. Implementación de la primera S: Clasificación

- Objetivo

Durante esta primera fase se buscará liberar espacios de la zona productiva y almacenes, descartando elementos innecesarios, con lo que se conseguirá un impacto positivo en el orden, la seguridad y el control visual.

Se trabajará bajo el lema: “Lo que no sirva, que no estorbe”.

- Desarrollo

Paso 1: Identificación de los elementos innecesarios

Para identificar óptimamente los elementos que no son necesarios en el proceso productivo, el comité de clasificación seguirá el flujograma mostrado en la figura 96, a partir del cual se determinará la acción a tomar para cada objeto.

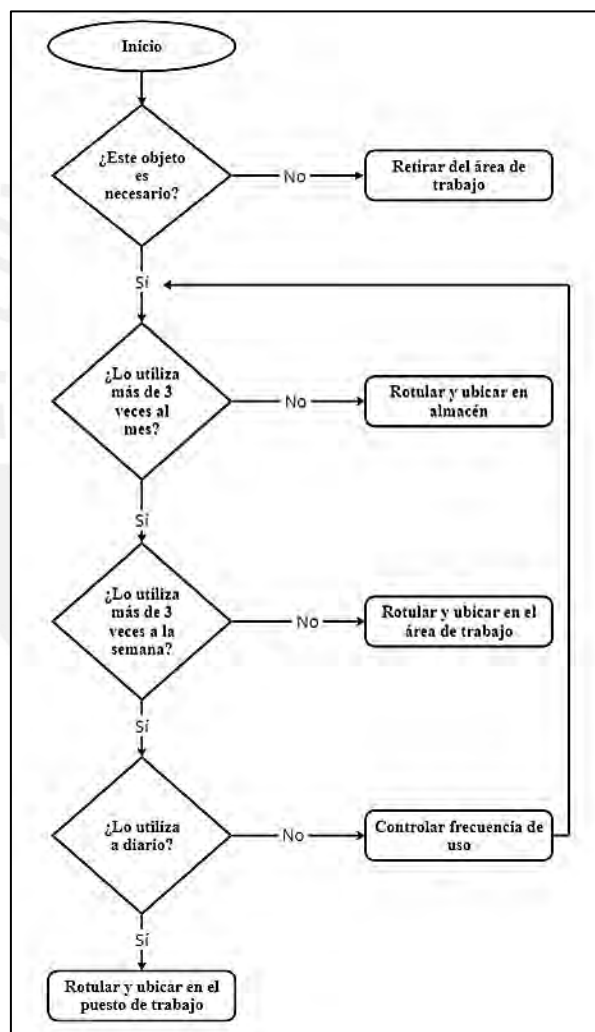


Figura 96: Flujograma de identificación de elementos innecesarios
Fuente: (Guillén, 2023)

Paso 2: Etiquetado en rojo

Se colocará una etiqueta roja a cada objeto que se considere como innecesario. La etiqueta a emplear será simple y contendrá los siguientes campos (ver figura 97).

- Número: Enumerar empezando por el número 1 y siguiendo un orden consecutivo.
- Área: Consignar el área de donde se extrajo el objeto en cuestión.
- Fecha: Registrar la fecha en la que se coloca la etiqueta.
- Nombre del objeto: Coloca nombre del objeto innecesario
- Categoría: Indicar si pertenece a la categoría máquina, herramienta, material, materia prima, otros.
- Acción: Seleccionar entre las alternativas transferir, reparar, descartar u otros.
- Comentarios: Agregar comentarios opcionales.

ETIQUETA ROJA 5 S N° _____

Área: _____ Fecha: ____/____/____

Nombre del objeto: _____

Categoría:	Acción:
<input type="checkbox"/> Máquinaria / Equipo	<input type="checkbox"/> Transferir
<input type="checkbox"/> Herramienta	<input type="checkbox"/> Reparar
<input type="checkbox"/> Material	<input type="checkbox"/> Descartar
<input type="checkbox"/> Materia prima	<input type="checkbox"/> Otros: _____
<input type="checkbox"/> Otros: _____	

Comentarios: _____

Figura 97: Modelo de tarjeta roja

En la figura 98, se muestra la aplicación de tarjetas rojas en el área productiva.



Figura 98: Aplicación de tarjetas rojas

Para la determinación de la acción correctiva, se seguirá el flujograma mostrado en la figura 99.

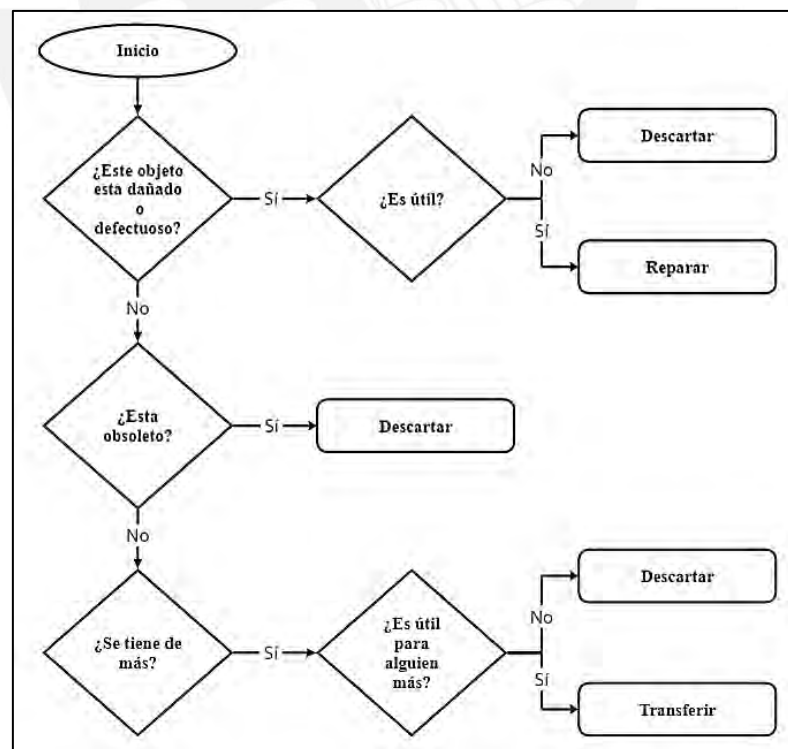


Figura 99: Flujograma de identificación de decisión de acción
Fuente: (Guillén, 2023)

Paso 3: Listado de elementos innecesarios

Los artículos etiquetados serán inventariados para asegurar la ejecución ordenada de la acción correctiva. En la tabla 26, se muestra una lista de objetos innecesarios detectados.

Tabla 26: Listado de objetos innecesarios

NRO.	OBJETO	CANTIDAD	ZONA	UBICACIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
01	Baldes	02	LICUADO	Al costado de la licuadora	Transferir a la zona de enfriado
02	Pallets	02	LICUADO	Al costado de la licuadora	Transferir a zona de lavado
03	Carrito	01	LICUADO	Al costado de la despulpadora	Transferir a la zona de lavado
04	Balanza	01	LICUADO	Al costado de la despulpadora	Reparar
05	Caja de etiquetas	03	SELLADO	Al costado de la selladora	Transferir a la zona de etiquetado
06	Balanza	01	ETIQUETADO	Encima de frigorífico	Descartar - Vender
07	Bolsa de etiquetas pasadas	02	ETIQUETADO	Encima de frigorífico	Descartar - Tirar
08	Manguera	01	COCCIÓN	Cerca a marmitas	Transferir a zona de aseo
09	Botas	02	PASILLO	Al lado del pasillo central	Transferir a zona de vestuario
10	Cajas	25	PASILLO	Al lado del ingreso a etiquetado	Transferir a la zona de etiquetado
11	Baldes de enfriado	04	COCCIÓN	Obstruyendo acceso a marmitas	Transferir a la zona de enfriado

Paso 4: Evaluación

Con el fin de reforzar y comprobar los conocimientos adquiridos en esta primera “S”, se organiza el concurso de la mejor OPL (*One Point Lesson*). Para ello, se contará con la participación de todos los operarios de planta y el comité de capacitación.

Los participantes contarán con 30 minutos para elaborar el OPL, en el cual deberán identificar mediante dibujos las situaciones o procedimientos incorrectos que observaron antes de la implementación de esta primera “S” y el estado actual correcto después de establecer los cambios. Asimismo, deberán describir el objetivo y los pasos seguidos en sus propias palabras.

En la figura 100, se muestra el ejemplo de la OPL de esta “S”.

OPL - 1º S - CLASIFICACIÓN									
Elaborado por:	Área:								
Revisado por:	Fecha:								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INCORRECTO</th> <th>CORRECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <th>OBJETIVO</th> <th>PASOS</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	INCORRECTO	CORRECTO			OBJETIVO	PASOS			
INCORRECTO	CORRECTO								
									
OBJETIVO	PASOS								

Figura 100: OPL de clasificación

Paso 5: Auditoría

Se realizará el control del cumplimiento de la primera S, para lo cual el comité de auditoría evaluará la situación del área mediante una ficha de auditoría, la cual se muestra en la figura 101. De este modo, se comprobará el mantenimiento de la clasificación y, de ser necesario, aplicar acciones correctivas.













FICHA DE AUDITORÍA - CLASIFICACIÓN			
Auditor:		Área:	
Firma:		Fecha:	
N°	CRITERIO	NIVEL DE CUMPLIMIENTO	RESULTADO
1	¿Se clasificaron correctamente los objetos?		
2	¿Solo hay objetos necesarios en el área?		
3	¿Se ejecutaron las acciones correctivas correspondientes?		
NIVEL DE CUMPLIMIENTO			
	< 20%	[20 - 30[%	>30%
Semana 1			
	< 30%	[30 - 40[%	>40%
Semana 2			
	< 40%	[50 - 70[%	>70%
Semana 3			
	< 70%	[70 - 90[%	>90%
Semana 4 a +			

Figura 101: Ficha de auditoría de clasificación

- **Beneficios**

Al concluir la implementación de esta “S”, se obtendrán los siguientes beneficios:

- Se optimiza el ambiente de trabajo, generando una sensación de bienestar en los trabajadores.
- Se libera espacio en el área de producción por 7 m² aproximadamente, que será de utilidad para almacenar adecuadamente materias primas, insumos y productos en proceso.

3.1.2. Implementación de la segunda S: Orden

- Objetivo

El objetivo de esta fase es facilitar la identificación visual rápida de los implementos de trabajo, mediante el establecimiento de un orden y disposición adecuados.

Se trabajará bajo el lema: “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

- Desarrollo

Paso 1: Demarcación

Se deberá delimitar adecuadamente el espacio que ocupa cada objeto en la zona de producción, de modo que permita identificar rápidamente el lugar que les corresponde.

En la figura 102, se muestran los objetos, máquinas y herramientas que serán demarcados.



Figura 102: Objetos para demarcación

La demarcación se hará mediante una franja color amarillo tráfico, con un ancho de 10 cm, que bordeará los objetos en forma cuadrada, en caso el objeto tenga forma circular, se bordeará en su forma cuadrada aproximada (ver figura 104). En la figura 103, se muestra el tipo de cinta que se empleará.



Figura 103: Cinta para delimitación.
Fuente: (Edisel, 2023)



Figura 104: Ejemplo de demarcación.
Fuente: (Guillén, 2023)

Por otra parte, los pasillos también serán demarcados mediante una línea amarillo tráfico en el interior y una línea blanca en el exterior. Cada línea deberá tener un ancho de 7 cm. En la figura 105, se muestra un ejemplo de demarcación para paso peatonal.



Figura 105: Ejemplo de demarcación peatonal.
Fuente: (Guillén, 2023)

En la figura 106, se muestra el área productiva con su correspondiente demarcación.

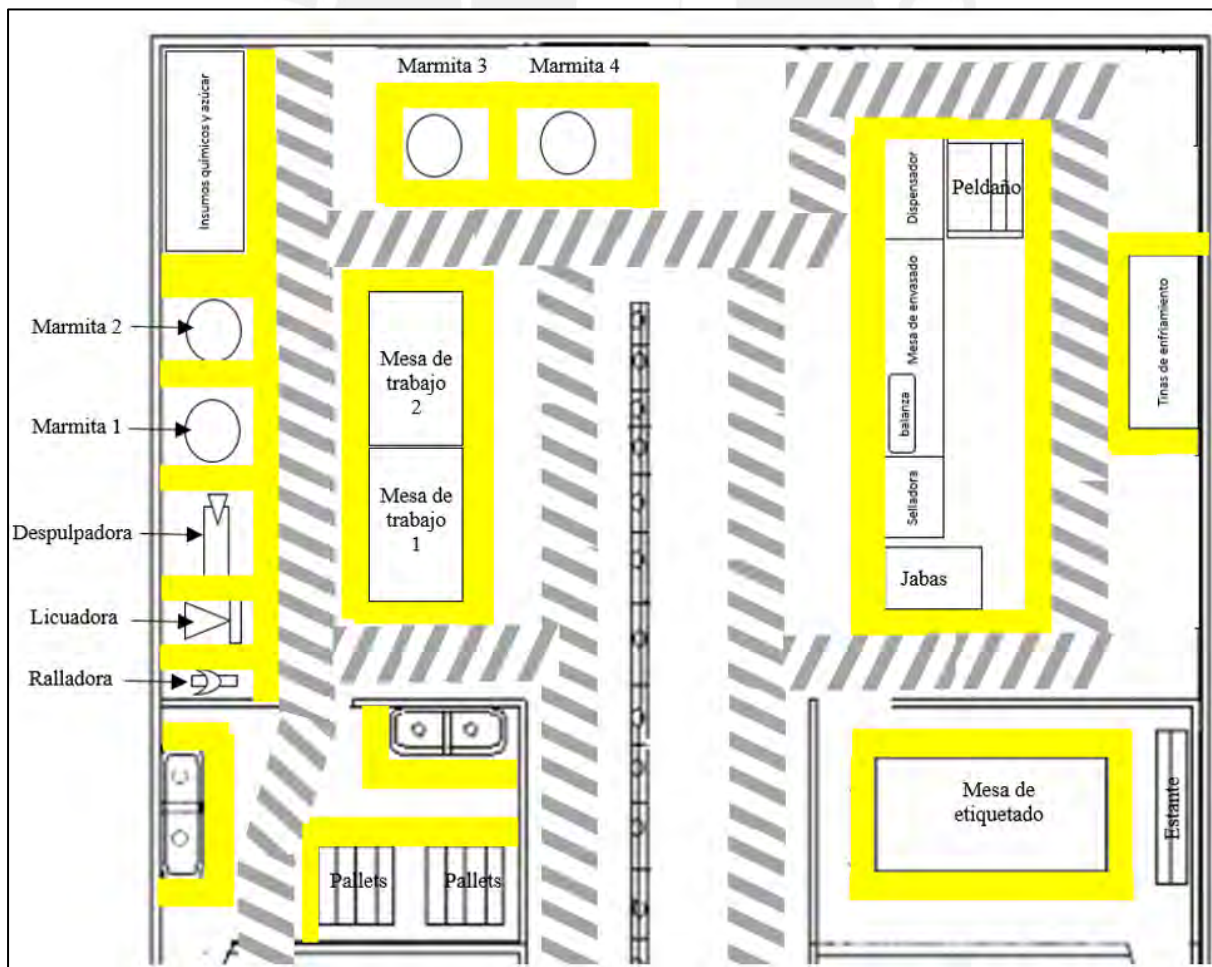


Figura 106: Demarcación e identificación del área productiva.

Paso 2: Identificación

Se emplearán medios visuales como el rotulado para la identificación de los materiales, insumos, herramientas, productos, entre otros; de modo que sean fácilmente identificables.

Se identifican las siguientes zonas donde se aplicarán herramientas de identificación:

- En la zona de formulación se requiere implementar un estante adecuado, rotulando cada nivel donde se identifiquen los insumos empleados. En la figura 107, se muestra una imagen referencial del estante.



Figura 107: Estante para formulación
Fuente: (Sodimac, 2023)

- En la zona de etiquetado se ubicará un estante que contenga las diversas etiquetas para las variadas presentaciones y sabores que maneja la empresa. Dicho estante presenta un ángulo de inclinación de 30° aproximadamente, permitiendo una mejor visualización de las etiquetas. A su vez, cada tipo de etiqueta se colocará en una bandeja adecuadamente rotulada. En la figura 108, se muestra una imagen referencial del estante y organizadores.



Figura 108: Estante y organizadores para etiquetado
Fuente: (Duo You, 2023)

- En la zona de lavado se ubicará un organizador para los utensilios en el lavado y acondicionamiento de la materia prima. Mientras que las paletas usadas en la cocción serán colocadas en las perchas. Los utensilios deberán ser adecuadamente rotulados. En la figura 109, se muestra una imagen referencial del organizador.

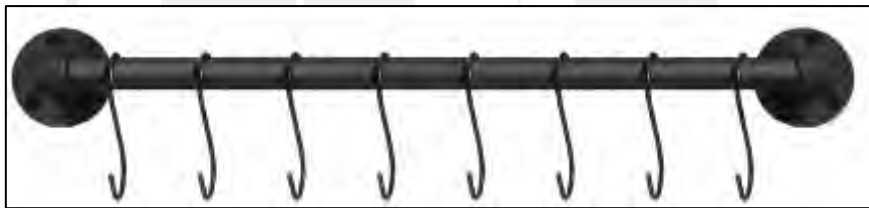


Figura 109: Organizador de utensilios
Fuente: (Amazon, 2023)

- Para evitar que los baldes se encuentren en lugares no adecuados en el área de producción se empleará un estante de acero inoxidable de cuatro niveles. En los dos niveles inferiores se ubicarán los baldes de 10 L y en los dos superiores los de 5 L. Los baldes se guardarán vacíos y lavados. En la figura 110, se muestra una imagen referencial del estante.



Figura 110: Estante para baldes
Fuente: (Sodimac, 2023)

- Los utensilios de limpieza como escobas, estropajos, recogedores y trapeadores irán colgados y rotulados, mientras que los insumos de limpieza como cloro, desinfectantes, perfumadores, entre otros se colocarán rotulados en la repisa superior. En la figura 111, se muestra una imagen referencial del organizador de utensilios de limpieza.



Figura 111: Organización de utensilios de limpieza
Fuente: (Promart, 2023)

- Para cada zona se deberá realizar la correspondiente identificación con letreros, los cuales deben tener un color de fondo amarillo tráfico y letras negras. Sus dimensiones serán definidas por la empresa y el modo de anclaje puede ser pegado o sostenido por una cadena. En la figura 112, se muestra un modelo de letrero.



Figura 112: Modelo de etiquetado de zonas
Fuente: (Guillén, 2023)

Paso 3: Señalización

Actualmente, la empresa no cuenta con señalización se sus instalaciones de flujos auxiliares, como se aprecia en la figura 113, que muestra un flujo de GLP.



Figura 113: Flujo de GLP

- Se señalarán las instalaciones auxiliares, como las eléctricas, combustibles y aire comprimido, con los colores correspondientes según la norma NTP 399.012. En la figura 114 se muestra un ejemplo de etiquetado de instalaciones.



Figura 114: Modelo de etiquetado de instalaciones
Fuente: (Guillén, 2023)

Paso 4: Evaluación

Con el fin de reforzar y comprobar los conocimientos adquiridos en esta segunda “S”, se organiza el concurso de la mejor OPL (*One Point Lesson*). Para ello, se contará con la participación de todos los operarios de planta y el comité de capacitación.

Los participantes contarán con 30 minutos para elaborar el OPL, en el cual deberán identificar mediante dibujos las situaciones o procedimientos incorrectos que observaron antes de la implementación de esta segunda “S” y el estado actual correcto después de establecer los cambios. Asimismo, deberán describir el objetivo y los pasos seguidos en sus propias palabras.

En la figura 115 se presenta la plantilla de la OPL de esta “S”.

OPL - 2º S - ORDEN	
Elaborado por:	Área:
Revisado por:	Fecha:
INCORRECTO	CORRECTO
	
OBJETIVO	PASOS

Figura 115: OPL de orden

Paso 5: Auditoría

Se realizarán el control del cumplimiento de la segunda “S”, para lo cual el comité de auditoría evaluará la situación del área mediante una ficha de auditoría, la cual se muestra en la figura 116. De este modo, se comprobará el mantenimiento de la clasificación y, de ser necesario, aplicar acciones correctivas.













FICHA DE AUDITORÍA - ORDEN			
Auditor:		Área:	
Firma:		Fecha:	
Nº	CRITERIO	NIVEL DE CUMPLIMIENTO	RESULTADO
1	¿Se identifican fácilmente los insumos, herramientas y materiales?		
2	¿Los operarios guardan los objetos en el lugar correcto?		
3	¿La señalización es fácilmente visible?		
NIVEL DE CUMPLIMIENTO			
	< 20%	[20 - 30[%	>30%
Semana 1			
	< 30%	[30 - 50[%	>50%
Semana 2			
	< 50%	[50 - 70[%	>70%
Semana 3			
	< 70%	[70 - 90[%	>90%
Semana 4 a +			

Figura 116: Ficha de auditoría de orden

- Beneficios

Al finalizar la implementación de esta S, se presentarán los siguientes beneficios:

- Se reduce los tiempos de búsqueda de insumos, materias primas y materiales de 30 a 10 min, tal como se aprecia al comparar el DAP del proceso actual (Ver anexos 1 y 2) con el del proceso luego de la implementación de la “S” de orden (Ver figuras 3 y 4). Esta reducción de tiempos equivale a un incremento en la producción de 4.5 Kg de mermelada al día.
- Se mejora el control visual de los elementos requeridos para la producción.
- Se obtiene un ambiente de trabajo agradable para los trabajadores.

3.1.3. Implementación de la tercera S: Limpieza

- Objetivo

Esta fase apunta a identificar y eliminar las fuentes de suciedad de toda la zona productiva de la empresa.

Se trabaja bajo el lema “Hagamos de la limpieza una inspección”

- Desarrollo

Paso 1: Limpieza profunda

Todos los trabajadores de la empresa serán partícipes de este paso. Cada trabajador se encargará de la limpieza de su área de trabajo. Se limpiarán herramientas, máquinas, equipos, mobiliario, enseres, entre otros. Todo aquello que no se pueda limpiar inmediatamente por motivos puntuales, será aseado posteriormente bajo un programa especial.

Los requerimientos de insumos, herramientas y útiles serán determinados por el líder del área. Se realizará esta limpieza cada 6 meses y el resultado alcanzado servirá de estándar de limpieza.

En la figura 117 se evidencia la necesidad de una limpieza profunda.



Figura 117: Limpieza de la planta

Paso 2: Planificación del mantenimiento de la limpieza

Con el fin de mantener el estándar de limpieza alcanzado en el paso 1 se requiere planificar el mantenimiento de la limpieza de manera permanente, por lo que se necesita identificar las fuentes de suciedad y planear su erradicación.

Para ello, se elabora el plan de limpieza del área productiva, en el cual se indican los elementos a limpiar, la duración y periodicidad de la limpieza, y se sindicaron a los responsables (ver tabla 27).

Tabla 27: Plan de limpieza de la zona productiva

PLAN DE LIMPIEZA DE ZONA PRODUCTIVA					
ZONA	ELEMENTO	FRECUENCIA	TIEMPO	MATERIALES E INSUMOS DE LIMPIEZA	RESPONSABLE
Recepción - selección - limpieza	Jabas	semanal	30 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Pallets	semanal	20 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Lavabo	diario	5 min	Escobilla, agua y desinfectante	Operarios
	Piso	diario	15 min	Trapeador, agua y desinfectante	Operarios
Acondicionado	Mesa	diario	5 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Cuchillos	diario	5 min	Estropajo, agua y desinfectante	Operarios
	Piso	diario	15 min	Trapeador, agua y desinfectante	Operarios
Licuado	Licuadora	diario	20 min	Estropajo, agua y desinfectante	Operarios
	Baldes	diario	25 min	Estropajo, agua y desinfectante	Operarios
	Despulpadora	diario	20 min	Estropajo, agua y desinfectante	Operarios
Formulación	Recipientes	diario	20 min	Estropajo, agua y desinfectante	Operarios
	Balanza	semanal	5 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Mesa	diario	5 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
Cocción	Marmitas	diario	20 min	Estropajo, agua y desinfectante	Operarios
	Ollas	diario	20 min	Estropajo, agua y desinfectante	Operarios
	Piso	diario	15 min	Trapeador, agua y desinfectante	Operarios
Envasado	Dosificadora	diario	30 min	Estropajo, agua y desinfectante	Operarios
	Peldaño	semanal	15 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Piso	diario	15 min	Trapeador, agua y desinfectante	Operarios
	Mesa	diario	5 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Silla	semanal	5 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Balanza	semanal	5 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Jabas	semanal	25 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Baldes	diario	25 min	Estropajo, agua y desinfectante	Operarios
Enfriado	Jabas	semanal	30 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Baldes	diario	25 min	Estropajo, agua y desinfectante	Operarios
	Piso	diario	15 min	Trapeador, agua y desinfectante	Operarios
Etiquetado - Almacenaje	Mesa	diario	5 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Bandejas	semanal	20 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Selladora	semanal	20 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios
	Pallets	semanal	20 min	Trapos, agua y desinfectante	Operarios

Paso 3: Preparación del manual de limpieza

Para garantizar el adecuado desarrollo de las labores de limpieza se elaborará un manual de limpieza donde se establecen los procedimientos estándares y normas que se deben seguir.

Paso 4: Programa de perpetuidad

Con el objetivo de mantener los resultados obtenidos a largo plazo y establecer una cultura de limpieza, se empleará un programa de perpetuidad en el área.

Paso 5: Programa diario de limpieza

Se implementará un programa de limpieza diario, en el cual se especificarán las tareas, responsables y horarios. Este programa será ubicado en un lugar visible en su respectiva zona.

A continuación, en la tabla 28 se muestra el formato del plan de limpieza diaria.

Tabla 28: Formato de plan de limpieza diaria

PLAN DE LIMPIEZA DIARIA										
ZONA	Productiva					SUPERVISOR				
SEMANA						FIRMA				
Nº	ELEMENTO A LIMPIAR	DÍA					DURACIÓN	RESPONSABLE		OBSERVACIONES
		L	M	M	J	V		NOMBRE	FIRMA	
1	Lavabo	x	x	x	x	x	5 min			
2	Piso	x	x	x	x	x	15 min			
3	Mesa	x	x	x	x	x	5 min			
4	Cuchillos	x	x	x	x	x	5 min			
5	Licuada	x	x	x	x	x	20 min			
6	Baldes	x	x	x	x	x	25 min			
7	Despulpadora	x	x	x	x	x	20 min			
8	Recipientes	x	x	x	x	x	20 min			
9	Marmitas	x	x	x	x	x	20 min			
10	Ollas	x	x	x	x	x	20 min			
11	Dosificadora	x	x	x	x	x	30 min			
12	Jabas						30 min			
13	Pallets						20 min			
14	Balanza			x			5 min			
15	Peldaño			x			15 min			
16	Sillas	x					5 min			
17	Bandejas	x					20 min			
18	Selladora	x					20 min			

Paso 6: Programa de control con lista de chequeo

Para monitorear el cumplimiento de las labores de limpieza el equipo del área elabora una lista de chequeo, la cual será revisada semanalmente por el líder del área (ver tabla 29).

Tabla 29: Modelo de lista de verificación de limpieza semanal

LISTA DE VERIFICACIÓN DE LIMPIEZA SEMANAL		
ZONA		
SEMANA		
INSPECTOR		
FIRMA		
CATEGORÍA	✓	X
PISOS		
Pisos limpios y secos		
Pisos sin suciedad		
Sin objetos que no correspondan		
MAQUINARIA Y EQUIPOS		
Máquinas sin polvo		
Máquinas sin suciedad		
ENSERES		
Muebles y enseres sin polvo		
Muebles y enseres sin suciedad		

Paso 7: Evaluación

Con el fin de reforzar y comprobar los conocimientos adquiridos en esta primera “S”, se organiza el concurso de la mejor OPL (*One Point Lesson*). Para ello, se contará con la participación de todos los operarios de planta y el comité de capacitación.

Los participantes contarán con 30 minutos para elaborar el OPL, en el cual deberán identificar mediante dibujos las situaciones o procedimientos incorrectos que observaron antes de la implementación de esta primera “S” y el estado actual correcto después de establecer los cambios. Asimismo, deberán describir el objetivo y los pasos seguidos en sus propias palabras.

En la figura 118 se muestra el modelo de la OPL de esta “S”.

OPL - 3º S - LIMPIEZA									
Elaborado por:	Área:								
Revisado por:	Fecha:								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INCORRECTO</th> <th>CORRECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <td>OBJETIVO</td> <td>PASOS</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	INCORRECTO	CORRECTO			OBJETIVO	PASOS			
INCORRECTO	CORRECTO								
									
OBJETIVO	PASOS								

Figura 118: OPL de limpieza

Paso 8: Auditoría

Igualmente, se realizará el control del cumplimiento de la tercera “S”, para lo cual el comité de auditoría evaluará la situación del área mediante una ficha de auditoría, la cual se muestra en la figura 119. De este modo, se comprobará el mantenimiento de la clasificación y, de ser necesario, aplicar acciones correctivas.

FICHA DE AUDITORÍA - LIMPIEZA			
Auditor:		Área:	
Firma:		Fecha:	
Nº	CRITERIO	NIVEL DE CUMPLIMIENTO	RESULTADO
1	¿Los pisos están limpios y despejados?		
2	¿Las máquinas, equipos y herramientas están limpios?		
3	¿Los operarios cumplen con el protocolo de limpieza?		













NIVEL DE CUMPLIMIENTO			
	< 20%	[20 - 30[%	>30%
Semana 1			
	< 30%	[30 - 50[%	>50%
Semana 2			
	< 50%	[50 - 70[%	>70%
Semana 3			
	< 70%	[70 - 90[%	>90%
Semana 4 a +			

Figura 119: Ficha de auditoría de limpieza

- **Beneficios**

Al finalizar la implementación de esta S, se obtendrán los siguientes beneficios:

- Se incrementa la calidad del producto debido a que se evita la contaminación de productos, reduciendo la cantidad de defectuosos de 20 kg de mermelada a 10 kg, lo cual impacta en la efectividad global de los equipos y genera un ingreso económico de 180 soles (tomando como precio promedio S/. 18/kg).
- Se incrementa la vida útil de la maquinaria y equipos.
- Los trabajadores aumentan su sensación de bienestar general en un ambiente limpio.

Tabla 31: Matriz IPERC del área productiva

ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO		EVALUACIÓN DE RIESGO ACTUAL				ACCIÓN CORRECTIVA		EVALUACIÓN DE RIESGO RESIDUAL			
	PELIGRO	RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO	CLASIFICACIÓN DE RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL	RESPONSABLE	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO	CLASIFICACIÓN DE RIESGO
Lavar frutas	Suelo mojado en la zona de la lavado	Resbalos	4	2	8	Medio	Mantener el piso seco	Comité de Salud y Seguridad	1	2	2	Bajo
Acondicionar frutas	Manipulación inadecuada de cuchillos	Cortes	2	2	4	Bajo	Capacitar a los operarios sobre el procedimiento adecuado		1	1	1	Bajo
Conectar a toma eléctrica la licuadora, ralladora y despulpadora	Enchufes o cables en mal estado o con humedad	Electrocución	2	4	8	Medio	Inspeccionar periódicamente el estado de las tomas de corriente y cables		1	4	4	Bajo
Llenar las marmitas	Cargar, mover y llevar frutas a marmitas	Sobreesfuerzo físico	5	2	10	Medio	Capacitar a los operarios sobre el procedimiento de carga y traslado adecuado con los carritos		1	1	1	Bajo
Cocción en marmitas	Manipulación inadecuada de marmitas	Quemaduras	3	4	12	Medio	Capacitar a los operarios sobre la operación adecuada de la máquina		1	4	4	Bajo
Llenar la dispensadora	Cargar, mover y llenar mermelada en dispensadora	Sobreesfuerzo físico	5	2	10	Medio	Capacitar a los operarios sobre el procedimiento de carga y traslado adecuado con los carritos		1	1	1	Bajo
Envasar mermelada	Jabas apiladas inadecuadamente cerca de la zona de envasado	Golpes por caída de objetos	3	2	6	Medio	Colocar las jabas en un estante		1	2	2	Bajo
Colocar envases en baldes	Suelo mojado en la zona de enfriado	Resbalos	4	2	8	Medio	Mantener el piso seco		1	2	2	Bajo
Subir por las escaleras	Subir llevando carga	Caida a desnivel	2	3	6	Medio	Sustituir el traslado manual de carga entre dos niveles		1	2	2	Bajo

Paso 2: Elaboración de mapas de riesgos

El mapa de riesgo se encuentra elaborado por el equipo de salud y seguridad de la empresa, tiene como objetivo visualizar los riesgos existentes para gestionarlos adecuadamente.

Contiene símbolos que indican los riesgos existentes, ubicación de extintores, botones de emergencia y rutas de evacuación.

Asimismo, para la señalización de riesgos se emplearán etiquetas de fondo color amarillo, y letras color negro de fuente Arial con un tamaño entre 24 y 48 puntos. Mientras que para la señalización de extintores y botones de emergencia se requerirán etiquetas de fondo color rojo con letras color blanco, y para la señalización de rutas de escape, entrada y salida se usarán etiquetas de color verde con letras de color blanco. En la figura 120 se muestra un modelo de la señalética a emplear.



Figura 120: Modelo de señalética de riesgo
Fuente: (Guillén, 2023)

En la figura 121, se muestra la señalización de riesgos en el área productiva.

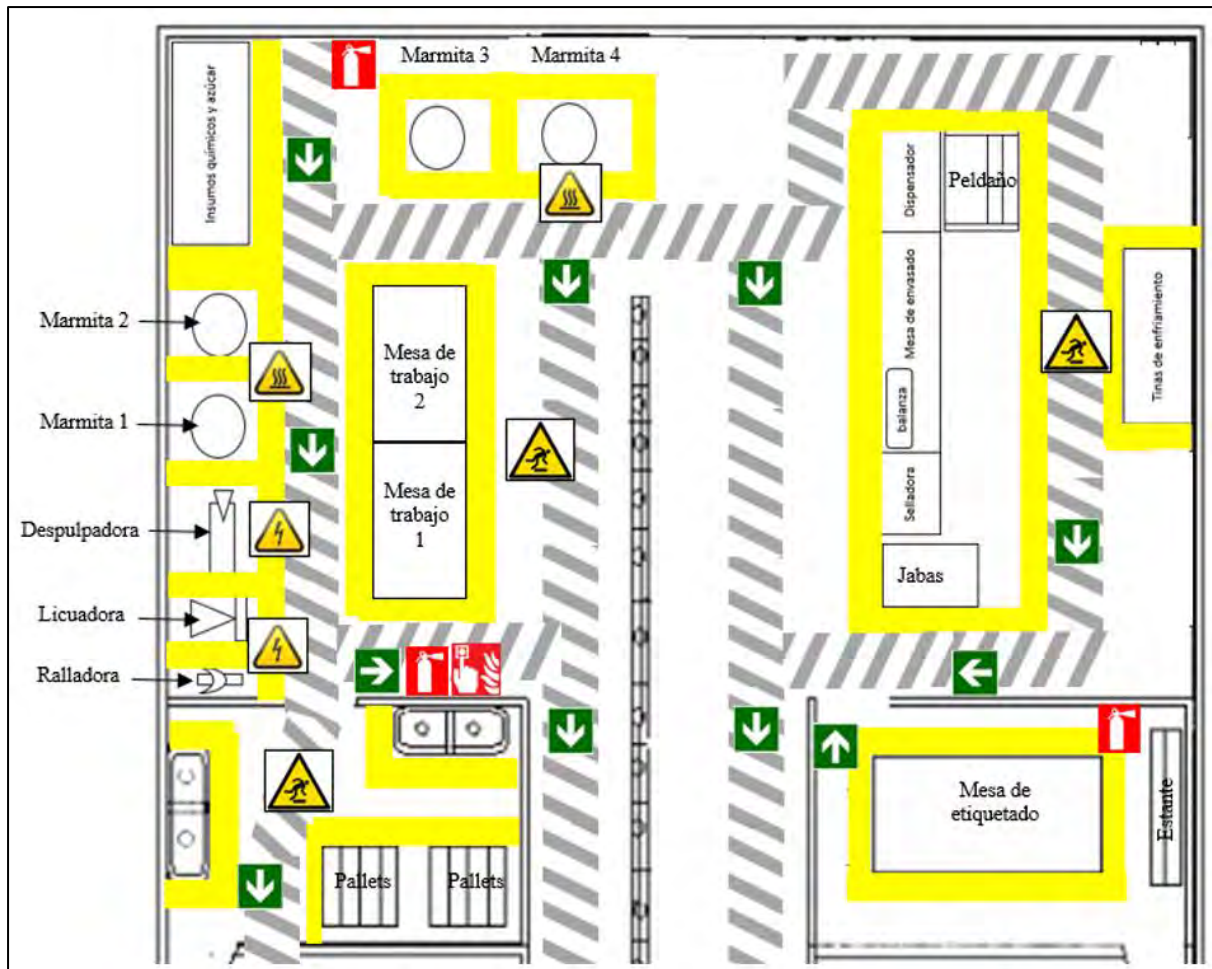


Figura 121: Señalización del área productiva

Paso 3: Acciones de seguridad y prevención

A partir del mapa de riesgos, se definen las acciones correctivas para conseguir un ambiente seguro en la planta, las cuales serán revisadas por el comité de Salud y Seguridad y el comité de Orden.

Paso 4: Evaluación

Con el fin de reforzar y comprobar los conocimientos adquiridos en esta primera "S", se organiza el concurso de la mejor OPL (*One Point Lesson*). Para ello, se contará con la participación de todos los operarios de planta y el comité de capacitación.

Los participantes contarán con 30 minutos para elaborar el OPL, en el cual deberán identificar mediante dibujos las situaciones o procedimientos incorrectos que observaron antes de la implementación de esta primera "S" y el estado actual correcto después de establecer los cambios. Asimismo, deberán describir el objetivo y los pasos seguidos en sus propias palabras.

En la figura 122 se muestra el ejemplo de la OPL de esta "S".

OPL - 4º S - SALUD Y SEGURIDAD									
Elaborado por:	Área:								
Revisado por:	Fecha:								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INCORRECTO</th> <th>CORRECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  <p>Imagen</p> </td> <td style="text-align: center;">  <p>Imagen</p> </td> </tr> <tr> <th>OBJETIVO</th> <th>PASOS</th> </tr> <tr> <td style="height: 80px;"></td> <td style="height: 80px;"></td> </tr> </tbody> </table>	INCORRECTO	CORRECTO	 <p>Imagen</p>	 <p>Imagen</p>	OBJETIVO	PASOS			
INCORRECTO	CORRECTO								
 <p>Imagen</p>	 <p>Imagen</p>								
OBJETIVO	PASOS								

Figura 122: OPL de salud y seguridad

Paso 5: Auditoría

Igualmente, se realizará el control del cumplimiento de la cuarta “S”, para lo cual el comité de auditoría evaluará la situación del área mediante una ficha de auditoría, la cual se muestra en la figura 123. De este modo, se comprobará el mantenimiento de la clasificación y, de ser necesario, aplicar acciones correctivas.













FICHA DE AUDITORÍA - SALUD Y SEGURIDAD			
Auditor:		Área:	
Firma:		Fecha:	
Nº	CRITERIO	NIVEL DE CUMPLIMIENTO	RESULTADO
1	¿Los extintores y rutas de escape se encuentran señalizadas?		
2	¿Los operarios conocen los riesgos presentes en la planta?		
3	¿Los operarios cumplen con las medidas de seguridad?		
NIVEL DE CUMPLIMIENTO			
	< 20%	[20 - 30[%	>30%
Semana 1			
	< 30%	[30 - 50[%	>50%
Semana 2			
	< 50%	[50 - 70[%	>70%
Semana 3			
	< 70%	[70 - 90[%	>90%
Semana 4 a +			

Figura 123: Ficha de auditoría de salud y seguridad

- **Beneficios**

Al concluir la implementación de esta “S”, se obtendrán los siguientes beneficios:

- Preserva la salud de los trabajadores, al prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales.
- Al mantener pisos limpios y secos se reducirá el riesgo e incidencia de accidentes de gravedad por resbales de operarios de 3 al mes a ninguno, traduciéndose en un incremento de 21 HH/ mes (ver anexo 5).

3.1.5. Implementación de quinta S: Autodisciplina

- Objetivo

Inculcar en los trabajadores el sentido de autocontrol, con el fin de que se respeten y mantengan las medidas y normas establecidas.

Se desarrolla bajo el lema “Hacer lo decidido”.

- Desarrollo

Paso 1: Promoción del esfuerzo permanente en las 5 “S”

Se busca que los operarios modifiquen su manera pensar acerca de las 5 “S”, que no lo consideren como un proyecto de pocos meses sino como un cambio permanente que les beneficiará.

Para ello, se emplearán afiches, folletos y otros medios visuales que incentive el mantenimiento de las 4 primeras “S”. En la figura 124, se presenta un ejemplo de afiche.

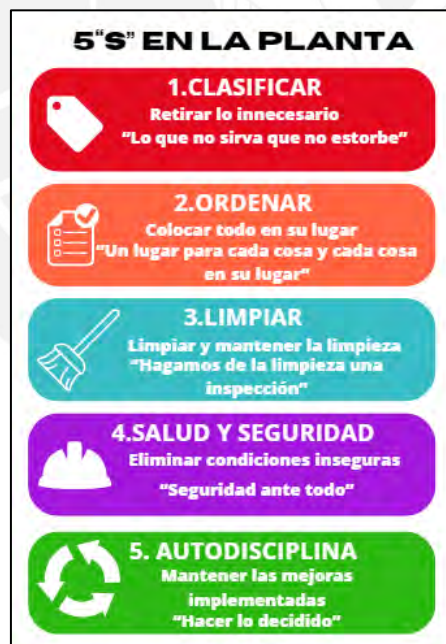


Figura 124: Ejemplo de afiche

Paso 2: Promoción de la comunicación de los líderes respecto a las 5 “S”

Cada líder de área deberá realizar charlas de 5 minutos acerca de las 5 “S” a su personal, con la finalidad de promover su aprendizaje y mantenimiento.

Las charlas deberán efectuarse una vez a la semana y se podrá utilizar material de ayuda, como las OPL, cuestionarios e infografías.

Paso 3: Planificación de visitas al área de trabajo

Con la finalidad de dar seguimiento a la implementación de las 5 “S” se programarán visitas del gerente general y el comité central de las 5 “S” a la planta, para conocer la situación y avances alcanzados.

Paso 4: Cumplimiento de la planificación de auditorías

Se requiere verificar el cumplimiento del programa de auditorías, las cuales deben ser realizadas por el auditor acompañado del líder del área, para intercambiar ideas y comentarios en caso de encontrarse no conformidades acerca de las 5 “S”.

Paso 5: Control del progreso de las 5 “S”

El comité central y el comité de autodisciplina evaluarán el avance de la implementación de las 5 “S” mediante la comparativa de fotografías del antes y después, las cuales serán tomadas por el comité de fotografías.

Paso 6: Líderes comprometidos con las 5 “S”

Los líderes de la empresa deben estar comprometidos el cambio de mentalidad y cultura que representan las 5 “S”, y ser conscientes que requiere educación y entrenamiento constante en cada una de las “S”, asumiendo su rol de liderar desde el ejemplo.

Paso 7: Evaluación

Con el fin de reforzar y comprobar los conocimientos adquiridos en esta primera “S”, se organiza el concurso de la mejor OPL (*One Point Lesson*). Para ello, se contará con la participación de todos los operarios de planta y el comité de capacitación.

Los participantes contarán con 30 minutos para elaborar el OPL, en el cual deberán identificar mediante dibujos las situaciones o procedimientos incorrectos que observaron antes de la implementación de esta primera “S” y el estado actual correcto después de establecer los cambios. Asimismo, deberán describir el objetivo y los pasos seguidos en sus propias palabras.

En la figura 125 se muestra el ejemplo de la OPL de esta “S”.


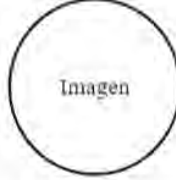

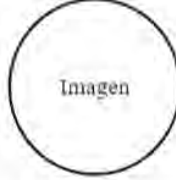

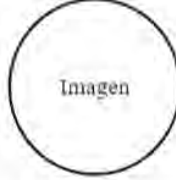
OPL - 4° S - AUTODISCIPLINA									
Elaborado por:	Área:								
Revisado por:	Fecha:								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INCORRECTO</th> <th>CORRECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  <p>Imagen</p> </td> <td style="text-align: center;">  <p>Imagen</p> </td> </tr> <tr> <th>OBJETIVO</th> <th>PASOS</th> </tr> <tr> <td style="height: 50px;"></td> <td style="height: 50px;"></td> </tr> </tbody> </table>	INCORRECTO	CORRECTO	 <p>Imagen</p>	 <p>Imagen</p>	OBJETIVO	PASOS			
INCORRECTO	CORRECTO								
 <p>Imagen</p>	 <p>Imagen</p>								
OBJETIVO	PASOS								

Figura 125: OPL de autodisciplina

Paso 8: Auditoría

Igualmente, se realizará el control del cumplimiento de la quinta “S”, para lo cual el comité de auditoría evaluará la situación del área mediante una ficha de auditoría, la cual se muestra en la figura 126. De este modo, se comprobará el mantenimiento de la clasificación y, de ser necesario, aplicar acciones correctivas.













FICHA DE AUDITORÍA - AUTODISCIPLINA			
Auditor:		Área:	
Firma:		Fecha:	
Nº	CRITERIO	NIVEL DE CUMPLIMIENTO	RESULTADO
1	¿Se mantiene lo implementado en las anteriores "S"?		
2	¿Los líderes están comprometidos con el desarrollo de las 5 "S" ?		
3	¿Los operarios están motivados?		
NIVEL DE CUMPLIMIENTO			
	< 20%	[20 - 30] %	>30%
Semana 1			
	< 30%	[30 - 50] %	>50%
Semana 2			
	< 50%	[50 - 70] %	>70%
Semana 3			
	< 70%	[70 - 90] %	>90%
Semana 4 a +			

Figura 126: Ficha de auditoría de autodisciplina

- **Beneficios**

Al finalizar la implementación de esta "S", se obtendrán los siguientes beneficios:

- Se creará una cultura de respeto entre los trabajadores y cuidado de los recursos de la empresa, incrementando así la motivación y bienestar en el lugar de trabajo.
- Al encontrarse en un ambiente limpio, ordenado, seguro y agradable se mejorará la productividad de los trabajadores, que pasarán de producir 13.7 kg/h a 15.22 kg/h (Ver anexo 6).

3.1.6. Implementación del mantenimiento autónomo

En este subcapítulo se presentará el proceso de implementación del mantenimiento autónomo en la empresa, para ello se contará con un comité conformado por el gerente general, jefe de producción, jefe de mantenimiento, consultor externo, analista de proyectos de mejora y dos operarios (ver figura 127).

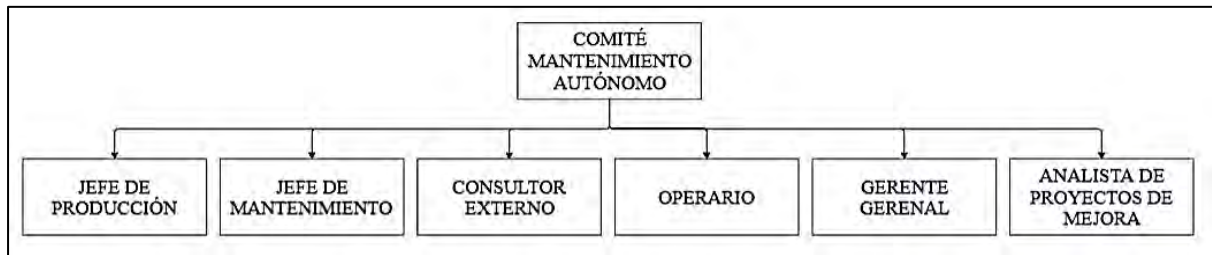


Figura 127: Comité de implementación de mantenimiento autónomo

3.1.7. Objetivo

El mantenimiento autónomo tiene como fin prevenir el deterioro de la maquinaria, y las paradas relacionadas a ello. Evitando así la dilatación del lead time, incrementando la productividad y evitando incurrir en costos asociados a mantenimiento correctivo o reparaciones de máquinas.

3.1.8. Desarrollo

- Capacitación

Antes de iniciar con la implementación del mantenimiento autónomo, se realizará una etapa de capacitación, en la cual se buscará instruir al personal sobre conceptos y el proceso de aplicación del mantenimiento autónomo. Dicha etapa será liderada por un Consultor de mantenimiento autónomo (técnico de mantenimiento industrial), y estará compuesta por 3 sesiones de 3 horas por semana, durante 2 semanas.

- Implementación

Paso 1: Limpieza inicial

Los operarios realizarán limpieza diaria de la zona productiva, según lo establecido en la tercera "S". Con ello se evitará suciedad y polvo en el área de trabajo. Dicha limpieza general se realizará los últimos 30 minutos de la jornada de trabajo.

Paso 2: Eliminación de fuentes de contaminación

Se identifica las fuentes de contaminación y puntos de difícil acceso de las máquinas, con el fin de erradicar la suciedad presente.

Paso 3: Estandarización de la limpieza y mantenimiento

Se implantarán estándares de limpieza, parámetros de uso, ajuste de pernos, lubricación y orden; los cuales contribuirán a optimizar el tiempo dedicado al mantenimiento.

Asimismo, se establecerán métodos de verificación, para asegurar la calidad del mantenimiento realizado y permitir la fiscalización de parte del jefe de producción.

- **Procedimiento estándar de limpieza de máquinas**

En la tabla 32, se presenta el procedimiento estándar de limpieza de todas las máquinas del área productiva.

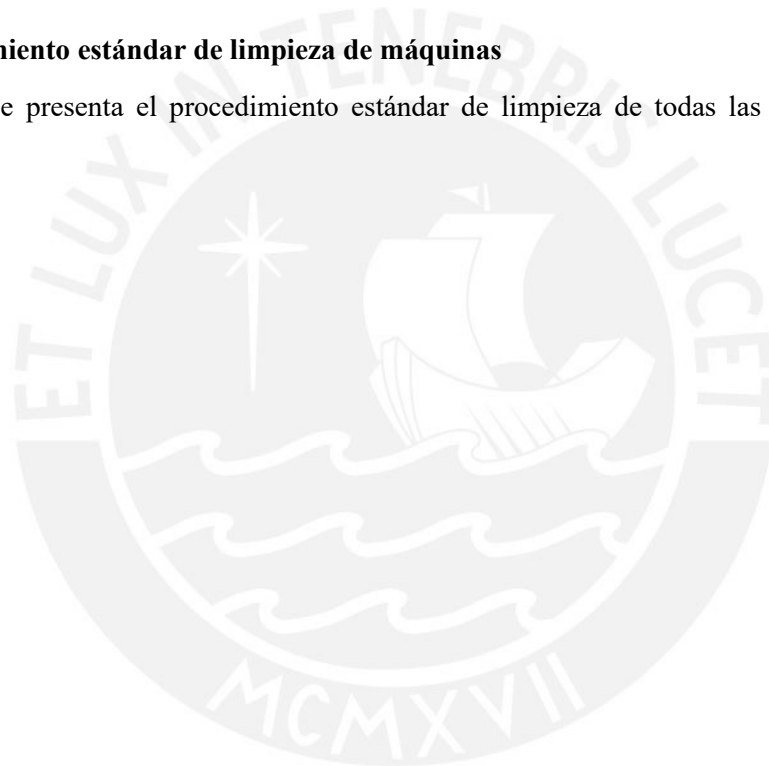


Tabla 32: Procedimiento estándar de limpieza de máquinas del área productiva

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE LIMPIEZA DE MÁQUINAS - ÁREA DE PRODUCCIÓN								
ZONA	MÁQUINA	ACTIVIDAD	MATERIALES	DURACIÓN	FRECUENCIA			RESPONSABLE
					DIARIA	SEMANAL	MENSUAL	
Licuadao	Licuadaora	<u>Limpieza externa:</u> Antes de comenzar se debe apagar y desconectar de la fuente de energía, luego pasar el trapo con desinfectante por la superficie externa. <u>Limpieza interna:</u> Desmontar la jarra, tapa y las cuchillas, y se procede a lavar cada pieza con el estropajo, agua y desinfectante.	Trapos, estropajo, agua y desinfectante	20 min	x Después de cada cambio de sabor y/o línea			Operario de producción - licuado
Licuadao	Despulpadora	<u>Limpieza externa:</u> Antes de comenzar se debe apagar y desconectar de la fuente de energía, luego pasar el trapo con desinfectante por la superficie externa. <u>Limpieza interna:</u> Desmontar las cuchillas y la tolva, y se procede a lavar cada pieza con el estropajo, agua y desinfectante.	Trapos, estropajo, agua y desinfectante	20 min	x Después de cada cambio de sabor y/o línea			Operario de producción - licuado
Cocción	Marmita	<u>Limpieza externa:</u> Antes de comenzar se debe apagar y desconectar de la fuente de energía, luego pasar el trapo con desinfectante por la superficie externa. <u>Limpieza interna:</u> Desmontar las paletas firatorias y la tapa, y se procede a lavar cada pieza con el estropajo, agua y desinfectante. De la misma manera se procede a lavar el interior de la marmita.	Trapos, estropajo, agua y desinfectante	20 min	x Después de cada cambio de sabor y/o línea			Operario de producción - cocción
Envasado	Dosificadora	<u>Limpieza externa:</u> Antes de comenzar se debe apagar y desconectar de la fuente de energía, luego pasar el trapo con desinfectante por la superficie externa. <u>Limpieza interna:</u> Desmontar la tolva, y se lava con estropajo, agua y desinfectante. De la misma manera se procede a lavar el interior de la dosificadora y los conductos.	Trapos, estropajo, agua y desinfectante	30 min	x Después de cada cambio de sabor y/o línea			Operario de producción - envasado
Envasado	Selladora	<u>Limpieza externa:</u> Antes de comenzar se debe apagar y desconectar de la fuente de energía, luego pasar el trapo con desinfectante por la superficie externa. <u>Limpieza interna:</u> Limpiar las cuchillas y la superficie de sellado con un estropajo, agua y desinfectante.	Trapos, estropajo, agua y desinfectante	20 min	x Después de cada cambio de sabor y/o línea			Operario de producción - envasado

- **Procedimiento estándar de mantenimiento de máquinas**

En la tabla 33, se presenta el procedimiento estándar de mantenimiento de todas las máquinas del área productiva.



Tabla 33: Procedimiento estándar de mantenimiento de máquinas del área productiva

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS - ÁREA DE PRODUCCIÓN								
ZONA	MÁQUINA	ACTIVIDAD	MATERIALES	DURACIÓN	FRECUENCIA			RESPONSABLE
					DIARIA	SEMANAL	MENSUAL	
Licuado	Licuadora	<p><u>Ajuste de pernos:</u> Verificar que el ajuste de pernos coincida con el estándar establecido (ver figura 3.34), de no ser así, ajustar empleando una llave inglesa.</p> <p><u>Lubricación:</u> Aplicar de 3 a 5 gotas del lubricante de manera manual en el mecanismo que une la base de la licuadora al motor.</p> <p><u>Cableado:</u> Verificar visualmente el estado del enchufe y el cableado, si se detecta daño o desgaste, dar aviso al jefe de producción para supervisar su reemplazo.</p> <p><u>Cuchillas:</u> Verificar que el filo de las cuchillas coincida con el estándar establecido (ver figura 3.35), si las cuchillas están desgastadas o dañadas y, de ser el caso, reemplazarlas.</p>	Llave inglesa, lubricante, hoja bond. Y, según requerimiento, cableado, enchufes y cuchillas.	25 min			x	Operario de producción - licuado
Licuado	Despulpadora	<p><u>Ajuste de pernos:</u> Verificar que el ajuste de pernos coincida con el estándar establecido (ver figura 3.34), de no ser así, ajustar empleando una llave inglesa.</p> <p><u>Lubricación:</u> Aplicar de 3 a 5 gotas del lubricante de manera manual en los engranajes internos.</p> <p><u>Cableado:</u> Verificar visualmente el estado del enchufe y el cableado, si se detecta daño o desgaste, dar aviso al jefe de producción para supervisar su reemplazo.</p> <p><u>Cuchillas:</u> Verificar que el filo de las cuchillas coincida con el estándar establecido (ver figura 3.35), si las cuchillas están desgastadas o dañadas y, de ser el caso, reemplazarlas.</p>	Llave inglesa, lubricante, hoja bond. Y, según requerimiento, cableado, enchufes y cuchillas.	25 min			x	Operario de producción - licuado
Cocción	Marmita	<p><u>Ajuste de pernos:</u> Verificar que el ajuste de pernos coincida con el estándar establecido (ver figura 3.34), de no ser así, ajustar empleando una llave inglesa.</p> <p><u>Lubricación:</u> Aplicar de 3 a 5 gotas del lubricante de manera manual en el mecanismo giratorio que permite el volcado.</p> <p><u>Cableado:</u> Verificar visualmente el estado del enchufe y el cableado, si se detecta daño o desgaste, dar aviso al jefe de producción para supervisar su reemplazo.</p> <p><u>Válvulas:</u> Verificar que las válvulas hagan un sellado correcto, de ser necesario, cambie los sellos de jebe.</p>	Llave inglesa y lubricante. Y, según requerimiento, cableado, enchufes y sellos de jebe.	25 min			x	Operario de producción - cocción
Envasado	Dosificadora	<p><u>Ajuste de pernos:</u> Verificar que el ajuste de pernos coincida con el estándar establecido (ver figura 3.34), de no ser así, ajustar empleando una llave inglesa.</p> <p><u>Lubricación:</u> Aplicar de 3 a 5 gotas del lubricante de manera manual en el mecanismo giratorio que permite el volcado.</p> <p><u>Cableado:</u> Verificar visualmente el estado del enchufe y el cableado, si se detecta daño o desgaste, dar aviso al jefe de producción para supervisar su reemplazo.</p> <p><u>Válvulas:</u> Verificar que las válvulas hagan un sellado correcto, de ser necesario, cambie los sellos de jebe.</p>	Llave inglesa y lubricante. Y, según requerimiento, cableado, enchufes y sellos de jebe.	25 min			x	Operario de producción - envasado
Envasado	Selladora	<p><u>Ajuste de pernos:</u> Verificar que el ajuste de pernos coincida con el estándar establecido (ver figura 3.34), de no ser así, ajustar empleando una llave inglesa.</p> <p><u>Lubricación:</u> Aplicar de 3 a 5 gotas del lubricante de manera manual en el mecanismo del pedal.</p> <p><u>Cableado:</u> Verificar visualmente el estado del enchufe y el cableado, si se detecta daño o desgaste, dar aviso al jefe de producción para supervisar su reemplazo.</p> <p><u>Elementos de calentamiento:</u> Verificar el estado de las resistencias electricas, de encontrarse dañadas, reemplazarlas.</p>	Llave inglesa y lubricante. Y, según requerimiento, cableado, enchufes y resistencias.	25 min			x	Operario de producción - envasado

Para asegurar el correcto ajuste de pernos se debe procurar que la marca de ajuste roja de la superficie coincida con la marca del perno. En la figura 128 se muestra una ilustración del proceso.

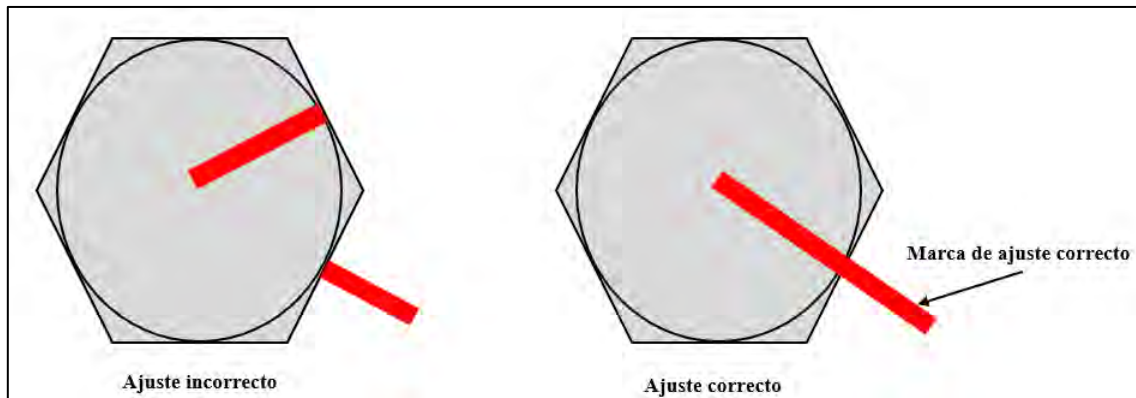


Figura 128: Estándar de ajuste de pernos

Para verificar el filo de las cuchillas, sean de la licuadora o despulpadora, se empleará una hoja de papel bond, contra la cual se pasará el filo de las cuchillas, si la corta de una sola pasada el filo es adecuado, de no ser así, la cuchilla necesita ser reemplazada para su posterior afilado. En la figura 129 se observa una imagen referencial del proceso.



Figura 129: Prueba de verificación de filos de cuchillas
Fuente: (Dreamstime, 2023)

Paso 4: Inspección general de los equipos

Para la realización de la primera inspección general de los equipos los operarios serán capacitados y guiados por el consultor de mantenimiento autónomo, tanto de manera conceptual como práctica. Los operarios deben adquirir los conocimientos suficientes para realizar la posterior inspección de los equipos.

Paso 5: Inspección autónoma de equipos

Se realiza en conformidad a lo establecido en los pasos anteriores, para lo cual se contará con cartillas de verificación ubicadas cerca de las máquinas correspondientes. Estas cartillas deberán recibir la conformidad del jefe de producción, y se llenará una nueva cada vez que se cambie de producto, posterior a la limpieza respectiva llevada a cabo por el operario a cargo.

En la figura 130, se muestra la cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento para la licuadora.

CARTILLA DE VERIFICACIÓN DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS			
———— LICUADORA ————			
Operario a cargo:		Firma:.....	
Conformidad por:		Firma:.....	
Fecha:/...../.....			
Prueba	Conformidad		Observaciones
	Sí	No	
Pase un papel por la superficie externa de la máquina, ¿Sale limpio?			
Pase un hisopo por el interior del vaso de la licuadora y cuchillas, ¿Sale limpio?			
A inspección visual, ¿Los cables están en buen estado?			
A inspección visual, ¿Los cuchillas están afiladas y en buen estado?			
A inspección visual, ¿Los pernos están correctamente ajustados de manera que marca de ajuste coincide?			
Ensarte la licuadora en la base, ¿El ajuste se produce sin esfuerzo?			

Figura 130: Cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento de la licuadora

En la figura 131, se muestra la cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento para la despulpadora.

**CARTILLA DE VERIFICACIÓN DE LIMPIEZA Y
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS**

DESPULPADORA

Operario a cargo: Firma:.....

Conformidad por: Firma:.....

Fecha:/...../.....

Prueba	Conformidad		Observaciones
	Sí	No	
Pase un papel por la superficie externa de la máquina, ¿Sale limpio?			
Pase un hisopo por el interior de la despulpadora, cuchillas y tolva, ¿Sale limpio?			
A inspección visual, ¿Los cables están en buen estado?			
A inspección visual, ¿Los cuchillas están afiladas y en buen estado?			
A inspección visual, ¿Los pernos están correctamente ajustados de manera que marca de ajuste coincide?			
Encienda la despulpadora, ¿Se escuchan ruidos anómalos provenientes del motor?			

Figura 131: Cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento de la despulpadora

En la figura 132, se muestra la cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento para la marmita.

**CARTILLA DE VERIFICACIÓN DE LIMPIEZA Y
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS**

MARMITA

Operario a cargo: Firma:.....

Conformidad por: Firma:.....

Fecha:/...../.....

Prueba	Conformidad		Observaciones
	Sí	No	
Pase un papel por la superficie externa de la máquina, ¿Sale limpio?			
Pase un hisopo por el interior de la marmita, las paletas y tapa, ¿Sale limpio?			
A inspección visual, ¿Los cables están en buen estado?			
A inspección visual, ¿Las válvulas se están en buen estado?			
A inspección visual, ¿Los pernos están correctamente ajustados de manera que marca de ajuste coincide?			
Vuelque la marmita, ¿El giro se produce sin esfuerzo?			

Figura 132: Cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento de la marmita

En la figura 133, se muestra la cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento para la dosificadora.

**CARTILLA DE VERIFICACIÓN DE LIMPIEZA Y
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS**

DOSIFICADORA

Operario a cargo: Firma:

Conformidad por: Firma:

Fecha:/...../.....

Prueba	Conformidad		Observaciones
	Sí	No	
Pase un papel por la superficie externa de la máquina, ¿Sale limpio?			
Pase un hisopo por el interior de la dosificadora y la tolva, ¿Sale limpio?			
A inspección visual, ¿Los cables están en buen estado?			
A inspección visual, ¿Las válvulas están en buen estado?			
A inspección visual, ¿Los pernos están correctamente ajustados de manera que marca de ajuste coincide?			
Vuelque la dosificadora, ¿El giro se produce sin esfuerzo?			

Figura 133: Cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento de la dosificadora

En la figura 134, se muestra la cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento para la selladora.

**CARTILLA DE VERIFICACIÓN DE LIMPIEZA Y
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS**

SELLADORA

Operario a cargo: Firma:

Conformidad por: Firma:

Fecha:/...../.....

Prueba	Conformidad		Observaciones
	Sí	No	
Pase un papel por la superficie externa de la máquina, ¿Sale limpio?			
Pase un hisopo por la superficie de sellado, ¿Sale limpio?			
A inspección visual, ¿Los cables están en buen estado?			
A inspección visual, ¿Las resistencias eléctricas están en buen estado?			
A inspección visual, ¿Los pernos están correctamente ajustados de manera que marca de ajuste coincide?			
Pise el pedal, ¿Este baja sin esfuerzo?			

Figura 134: Cartilla de verificación de limpieza y mantenimiento de la selladora

Paso 6: Mantenimiento autónomo total

Apunta a lograr un cambio de raíz en la cultura de la organización, que pase de un contexto de evasión de actividades de mantenimiento preventivo a un esfuerzo colectivo en el área que permita evitar deterioro de la maquinaria y equipos de la empresa, acarreado consigo el incremento de la productividad y contribuyendo a mejorar el clima laboral.

Para controlar el cumplimiento del mantenimiento de las máquinas, se empleará la ficha de control de mantenimiento mensual (ver figura 135), la cual debe ser ubicada en una zona visible del área productiva.

FICHA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO MENSUAL														
MES:														
Marcar con un ✓ en las casillas de cada criterio que se haya cumplido en el mantenimiento de la máquina correspondiente.														
		CRITERIOS DE MANTENIMIENTO					PROGRAMACIÓN					DETALLE		
		Ajuste de pernos	Lubricación	Cableado	Sellos de válvulas	Cuchillas	Resistencias	L	M	M	J	V	Duración (min)	Responsable
M Á Q U I N A	Licuadora						X							
	Despulpadora							X						
	Marmita								X					
	Dosificadora									X				
	Selladora										X			

Figura 135: Ficha de control de mantenimiento mensual

- Entrenamiento

Los operarios deberán efectuar todos los procedimientos de limpieza y mantenimiento para los que fueron capacitados bajo supervisión del consultor de mantenimiento autónomo, durante dos semanas.

- Supervisión

En esta etapa los operarios realizan las labores de limpieza y mantenimiento por su cuenta, rigiéndose por los procedimientos estándares establecidos y las técnicas aprendidas en el periodo de capacitación.

- Seguimiento

Para monitorear los resultados de la aplicación de esta herramienta se llevará un control de las paradas de máquina registradas semanalmente, que estará a cargo del jefe de mantenimiento.

A continuación, en la figura 136, se muestra la plantilla de control de paradas de máquina que se empleará.

CONTROL DE PARADAS DE MÁQUINA					
Encargado:			Firma:		
Semana:					
Registrar en las casillas las horas de paradas de máquinas correspondientes a cada equipo.					
	Días				
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
Licuadora					
Despulpadora					
Marmita					
Dosificadora					
Selladora					
Total de horas de paradas de máquina en la semana					

Figura 136: Ficha de control de paradas de máquina

3.1.9. Beneficios

Al implementar el mantenimiento autónomo se presentan los siguientes beneficios.

- Al realizar un adecuado proceso de limpieza y mantenimiento de la maquinaria y equipos se reducirán el tiempo de paradas de máquinas debido fallas de 3 horas por mes a ninguna. De manera que incrementará la producción en 45.66 kg mensuales de mermelada.
- Fomenta el sentido de responsabilidad por el cuidado de los bienes de la empresa.

3.2. Implementación de celdas de manufactura

En este subcapítulo se presentará el proceso de implementación de celdas de manufactura en la empresa, para ello se contará con un comité conformado por el gerente general, jefe de producción, consultor externo, analista de proyectos de mejora y un operario (ver figura 137)

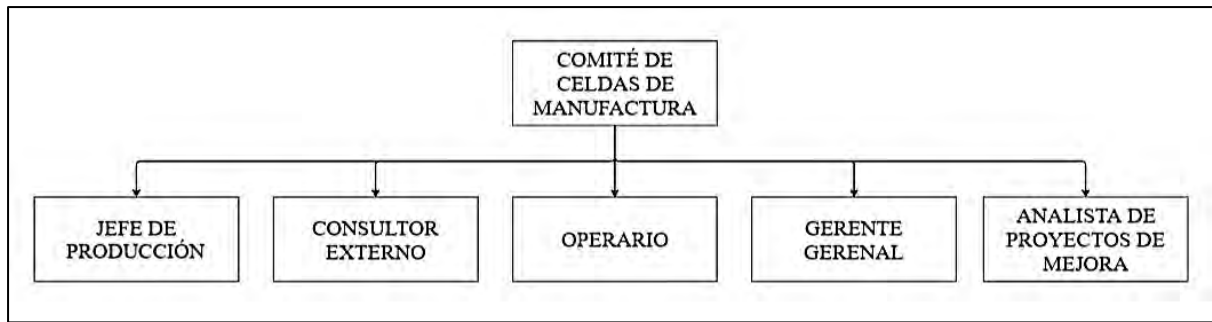


Figura 137: Comité de implementación de celdas de manufactura

3.2.1. Objetivo

Esta herramienta apunta a la reducción de inventario en proceso, creación de un flujo continuo y optimización del tiempo de producción, mediante la agrupación de diversas operaciones del proceso de fabricación.

3.2.2. Desarrollo

- Capacitación

Antes de iniciar con la implementación de celdas de manufactura, se realizará una etapa de capacitación, en la cual se buscará instruir al personal sobre conceptos y adaptación al nuevo proceso de trabajo. Dicha etapa será liderada por un Consultor de celdas de manufactura, y estará compuesta por 3 sesiones de 3 horas por semana, durante 2 semanas.

- Implementación

Se crearán 3 celdas de manufacturas, detalladas a continuación.

- **Celda de manufactura 1**

Esta primera celda se ejecutarán las operaciones de recepción, selección, limpieza, acondicionado y licuado. Se empleará una configuración en “U”, teniendo como ingreso la materia prima, es decir, las frutas, y como salida, o producto en proceso 1, la pulpa de frutas procesada.

En la tabla 34 se muestran detalles de la celda de manufactura 1.

Tabla 34: Características de la celda de manufactura 1

CELDA N° 1	
Operaciones	Recepción Selección Limpieza Acondicionado Licuado
Diseño	Celda de un grupo de máquinas con manejo manual de materiales
Configuración	En "U"
Máquinas	Licuadora (1 unidad) Despulpadora (1 unidad)
Operarios	Recepción - selección - limpieza : 1 operario Acondicionado : 2 operarios Licuado : 1 operario

En la figura 138, se presenta la representación de la disposición de la celda.

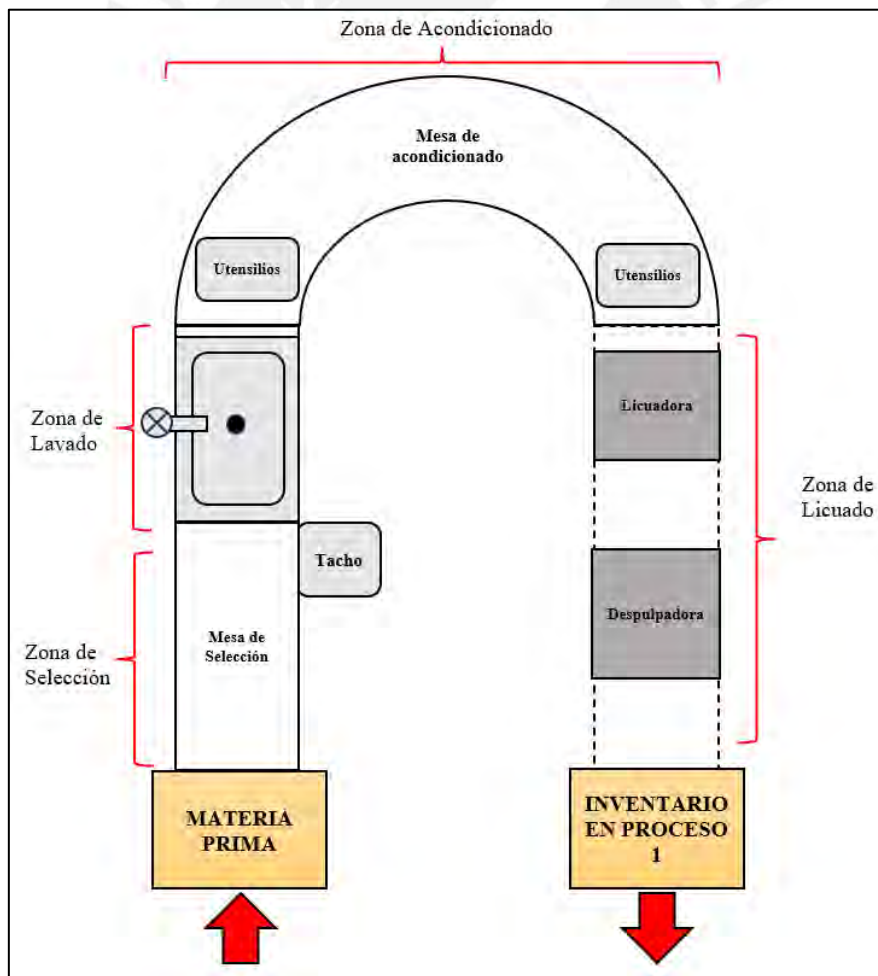


Figura 138: Disposición de celda de manufactura 1

- **Celda de manufactura 2**

Esta celda agrupa las operaciones de formulación, pre cocción y cocción. La cantidad de operarios se reduce de 3 a 2, pues luego de un análisis mediante el diagrama de actividades múltiples (Ver anexo 7), se determinó que 2 operarios pueden realizar la dosificación y atender las 5 marmitas trabajando simultáneamente a máxima capacidad. Se empleará una configuración en L, teniendo como ingreso el producto en proceso 1, es decir, la pulpa de frutas procesadas y como salida la mermelada.

En la tabla 35, se muestran detalles de la celda de manufactura 2.

Tabla 35: Características de la celda de manufactura 2

CELDA N° 2	
Operaciones	Formulación Pre-cocción Cocción
Diseño	Celda de un grupo de máquinas con manejo manual de materiales
Configuración	En "L"
Máquinas	Marmitas (4 unidades)
Operarios	Formulación: 1 operarios Pre-cocción: 2 operarios Cocción: 2 operarios
	<i>* Para las 3 operaciones se comparte los mismos operarios</i>

En la figura 139, se presenta la representación de la disposición de la celda.

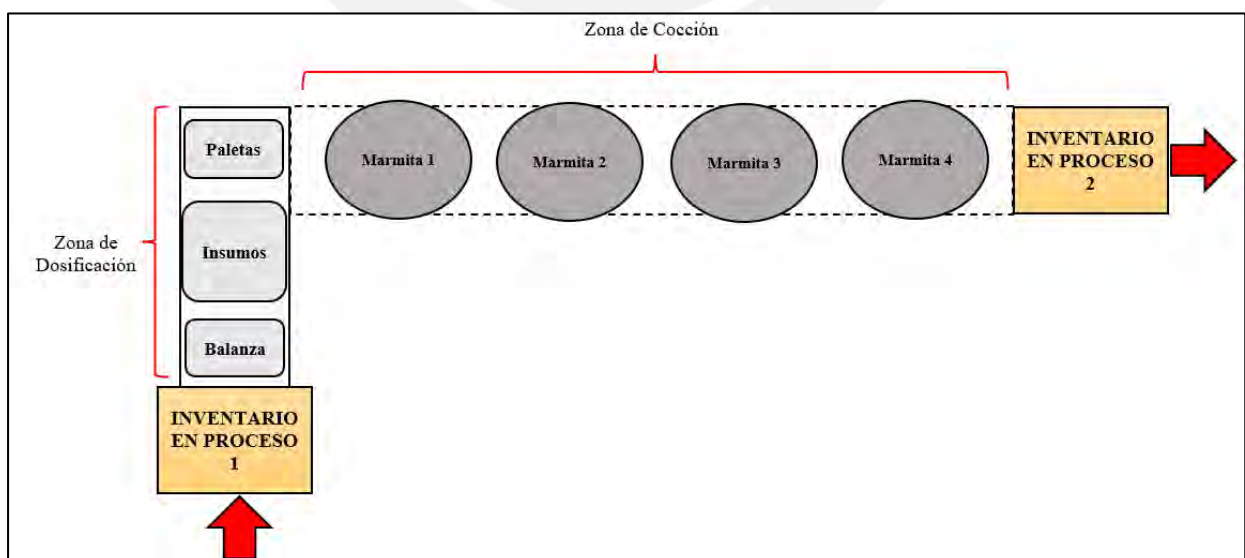


Figura 139: Disposición de celda de manufactura 2

- **Celda de manufactura 3**

Esta celda ocupa las operaciones de envasado, enfriado y etiquetado. Se reasignará la distribución de operarios, asignando a un operario de enfriado a etiquetado. Se empleará una configuración en “U”, teniendo como ingreso la mermelada y como salida, o producto final, la mermelada envasada y etiquetada.

En la tabla 36, se muestran detalles de la celda de manufactura 3.

Tabla 36: Características de la celda de manufactura 3

CELDA N° 3	
Operaciones	Envasado Enfriado Etiquetado
Diseño	Celda de un grupo de máquinas con manejo manual de materiales
Configuración	En "U"
Máquinas	Dosificadora (1 unidad) Selladora (1 unidad) Túnel de enfriamiento (1 unidad) Fajas transportadoras
Operarios	Envasado: 2 operarios Enfriado: 1 operario Etiquetado: 2 operarios

En la figura 140, se presenta la representación de la disposición de la celda.

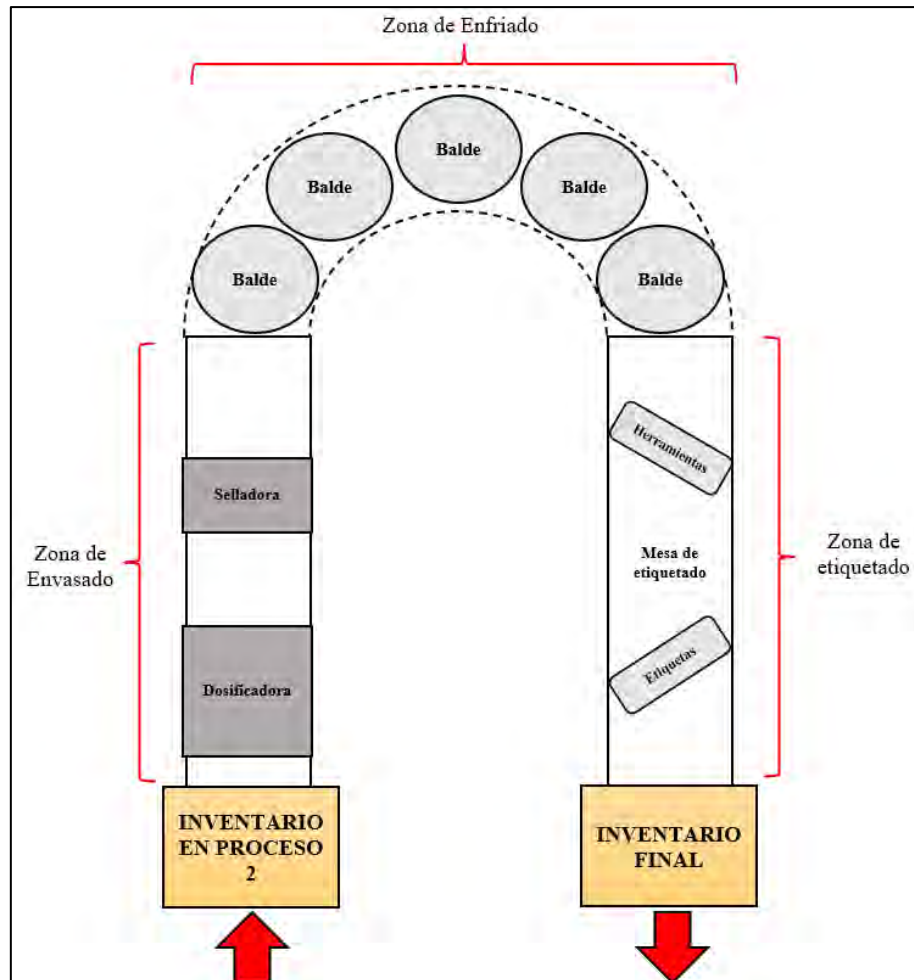


Figura 140: Disposición de celda de manufactura 3

Con el fin de asegurar el equilibrio entre los diferentes puestos de trabajo, se calculó la carga de trabajo por ciclo de cada uno. Los resultados muestran que los tiempos estándar son comparables, con un promedio de 32.086 minutos, lo que indica que la distribución de la carga de trabajo está adecuadamente balanceada, tal como se aprecia en la tabla 37.

Tabla 37: Balance de cargas de trabajo

CELDA	ESTACION DE TRABAJO	TIEMPO NORMAL (min)	TIEMPO SUPLEMENTARIO (min)	TIEMPO ESTANDAR (min)	CARGA DE TRABAJO
1°	Recepción - Licuado	29	3.219	32.219	94%
	Selección - limpieza	31	2.325	33.325	98%
	Acondicionado	31.75	2.381	34.131	100%
2°	Formulación - cocción - precocción	26.75	3.585	30.335	89%
3°	Envasado	27	4.428	31.428	92%
	Enfriado	29	3.219	32.219	94%
	Etiquetado	27	3.942	30.942	91%

Al implementar las celdas de manufactura presentadas, se recalculan los tiempos de ciclo por cada celda (ver tabla 38), y se contrasta con el *Takt Time* (ver figura 141), notando que la empresa logra cumplir a tiempo con la producción requerida por el cliente, que no hay cuellos de botella, así como destacando que el tiempo de ciclo se acerca más a *Takt Time* en comparación con la situación inicial.

Tabla 38: Tiempos de ciclo por celda

N° DE CELDA	OPERACIONES	TIEMPO (min)
1	Recepción	53
	Selección	
	Limpieza	
	Acondicionado	
	Licuada	
2	Formulación	65
	Pre-cocción	
	Cocción	
3	Envasado	57.5
	Enfriado	
	Etiquetado	
TOTAL		175.5

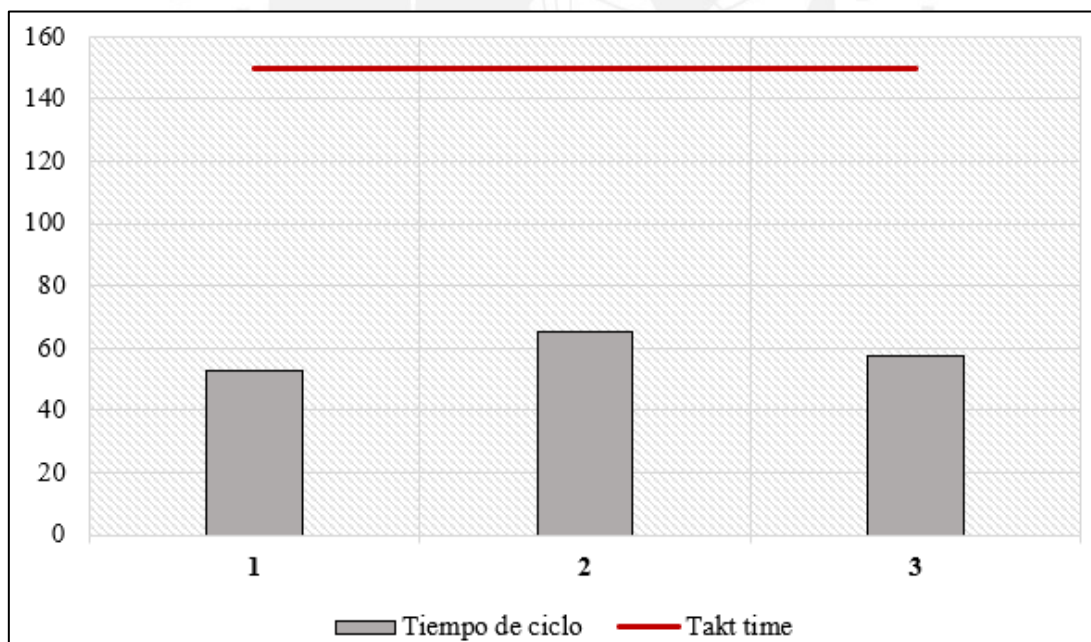


Figura 141: Comparación de tiempos de ciclo con *Takt Time*

- **Entrenamiento**

Los operarios deberán efectuar el proceso productivo para el que fueron capacitados bajo supervisión del consultor de celdas de manufactura, durante dos semanas.

- **Supervisión**

En esta etapa los operarios realizan la producción por su cuenta, rigiéndose por los procedimientos establecidos y las técnicas aprendidas durante el periodo de capacitación.

- **Seguimiento**

Para monitorear los resultados de la aplicación de esta herramienta se llevará un control de producción semanalmente, que estará a cargo del jefe de producción.

A continuación, en la figura 142, se muestra la plantilla de control de producción que se empleará.

CONTROL DE PRODUCCIÓN					
Encargado:			Firma:		
Semana:					
	Días				
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
Producción (kg)					
Tiempo total de producción (min)					

Figura 142: Ficha de control de paradas de máquina

3.2.3. Beneficios

Al implementar celdas de manufactura se obtiene la reducción de personal en el proceso productivo (de 12 a 11 operarios). Asimismo, se genera una disminución del *Lead Time* (de 309 a 190.5 min) y una reducción del tiempo de valor agregado de 43.5 minutos (de 219 a 175.5 min). Es importante recalcar que se presentan otros beneficios como la obtención de un flujo continuo, con menos traslados e inventario en proceso.

3.3. Matriz de seguimiento de indicadores

Una vez implementadas las mejoras se debe plantear y controlar indicadores que permitan medir el beneficio que significan para la empresa. Dichos indicadores se obtendrán de las auditorías, en el caso de las 5 “S”, y del seguimiento para las otras dos herramientas.

Por ello, en la tabla 39 se muestran los indicadores propuestos y su valor objetivo.

Tabla 39: Matriz de cumplimiento

MEJORAS		INDICADOR	VALOR
Implementación de las 5 "S"	1° "S": Clasificar	Nivel de cumplimiento obtenido en las auditorías	> 90%
	2° "S": Orden	Nivel de cumplimiento obtenido en las auditorías	> 90%
	3° "S": Limpieza	Nivel de cumplimiento obtenido en las auditorías	> 90%
	4° "S": Salud y Seguridad	Nivel de cumplimiento obtenido en las auditorías	> 90%
	5° "S": Autodisciplina	Nivel de cumplimiento obtenido en las auditorías	> 90%
Implementación del mantenimiento autónomo		Total de horas de parada de máquina en la semana	< 5 horas/semana
Implementación de celdas de manufactura		Producción semanal de celda 1	>240 kg de pulpa
		Producción semanal de celda 2	>480 kg de mermelada
		Producción semanal de celda 3	>1200 frascos de 400gr

3.4. VSM con mejoras

La implementación de las herramientas de mejora planteadas, impactan significativamente en la cadena de valor, obteniéndose los siguientes resultados:

- Gracias a la aplicación de las 5 “S” se redujo considerablemente los tiempos de búsqueda, y se impactó positivamente en la productividad.
- La implementación del mantenimiento autónomo eliminó las paradas de máquina por completo.
- La creación de celdas de manufactura propició la eliminación de los tiempos de traslado por 10 min y la reducción de la cantidad de productos en proceso.

Es así como se obtiene un Lead time de 190.5 min y un tiempo de valor agregado de 175.5 min.

A continuación, en la figura 143 se presenta el VSM que se obtendría con las mejoras aplicadas.

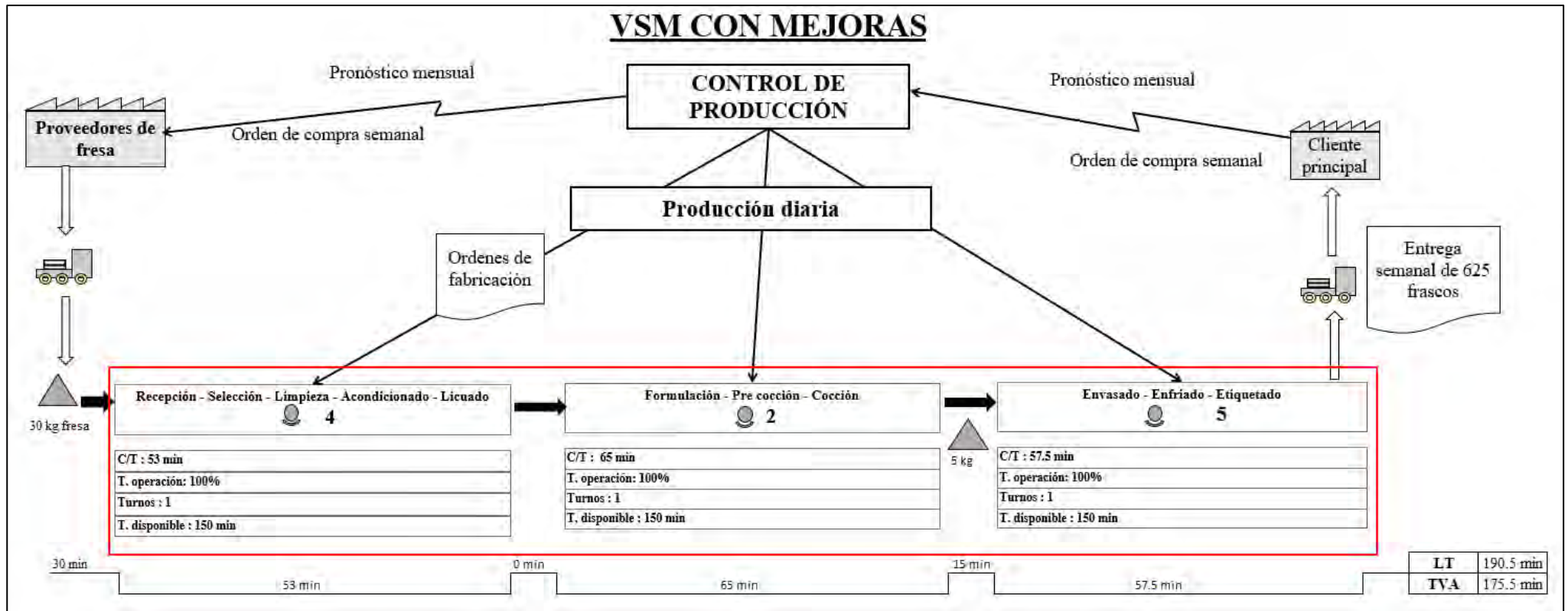


Figura 143: VSM con implementación de mejoras

3.5. Cronograma de implementación

La implementación de las propuestas de mejora tiene como plazo un año, en el cual se programan los plazos asignados para cada herramienta.

El cronograma de implementación sigue la siguiente estructura:

- Primero se ejecuta la implementación de las 5 “S”. El proceso de implementación de cada “S” contempla un periodo de capacitación de una semana y entra en proceso durante cuatro semanas, paralelamente se desarrolla la auditoria de piso, y al finalizar esta, toma lugar la auditoria de piso permanente.
- La implementación del mantenimiento autónomo, cuenta con un periodo de capacitación de 2 semanas, que inician al finalizar la implementación de la última “S”, luego entra en proceso durante dos semanas, y le siguen las fases de entrenamiento y supervisión, finalizadas estas, se culmina con el seguimiento.
- La implementación de las celdas de manufactura sigue el mismo comportamiento que la del mantenimiento autónomo.

A continuación, se presenta el cronograma de implementación de mejoras (ver figura 144).

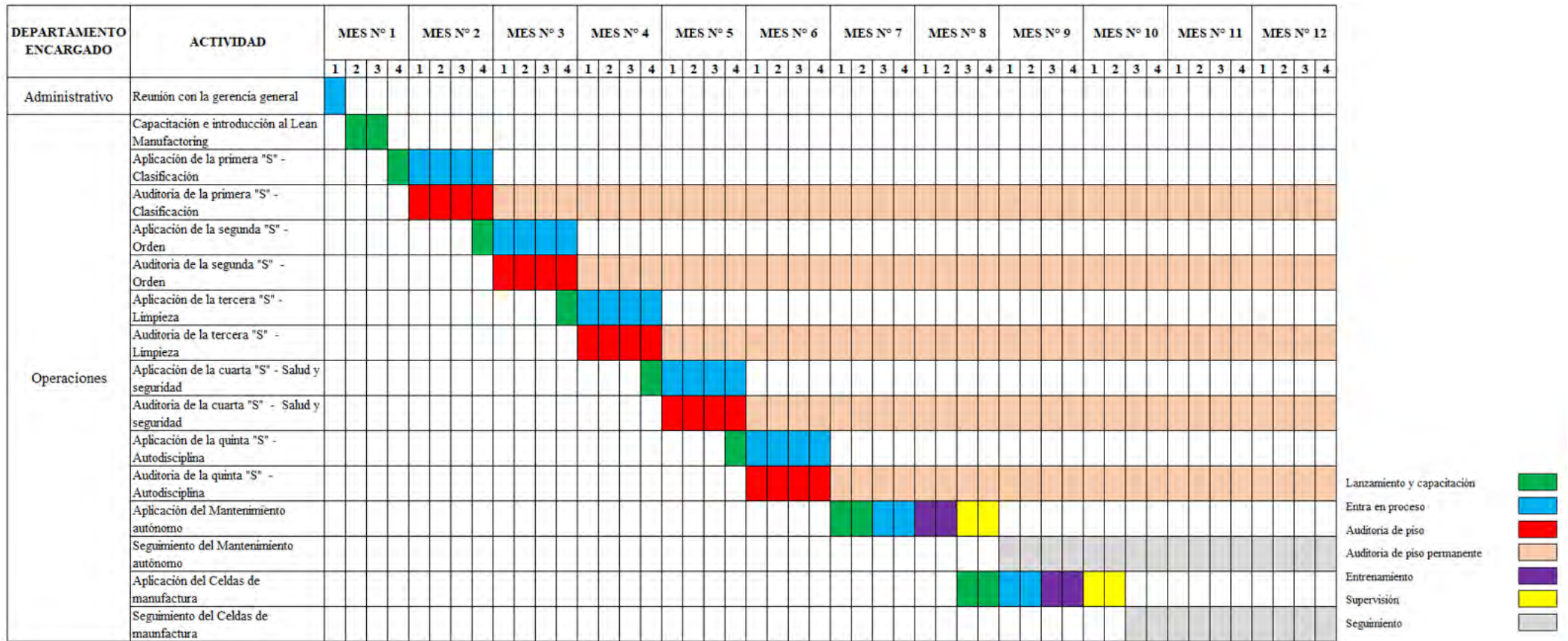


Figura 144: Cronograma de implementación de propuesta

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

A continuación, se evalúan los costos y beneficios generados por la implementación de cada una de las propuestas de mejora, con el fin de hallar el impacto económico que representan en el proceso productivo de la empresa.

4.1. Cálculo del COK

El costo del capital o la tasa mínima de retorno se elabora mediante el modelo CAPM (*Capital Asset Price Model*), cuya formula es la siguiente:

$$COK = Rf + \beta (Rm - Rf) + \text{Riesgo país}$$

Donde,

Rf: Tasa libre de riesgo USA (mensual)

β : Coeficiente de riesgo específico

$Rm - Rf$: Prima de riesgo promedio de mercado

Riesgo país: 1.96%

Asimismo, el cálculo del coeficiente de riesgo específico se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$\beta = \text{Beta no apalancada} + (1 + (1 - T) * \left(\frac{D}{C}\right))$$

Donde,

T: tasa de impuesto a la renta

(D/C): Relación deuda capital

Beta no apalancada: 0.75

Para el cálculo del COK (soles), se tendrá en consideración la inflación peruana y estadounidense, según la siguiente fórmula:

$$COK(\text{soles}) = [(1 - COK(\text{dólares})) * ((1 + \pi(\text{soles})) / (1 + \pi(\text{dólares}))) - 1$$

De este modo, se obtiene que la tasa mínima atractiva de retorno (COK) para el proyecto es de 21% (ver tabla 40), a lo cual el gerente general se muestra de acuerdo.

Tabla 40: Cálculo del COK

DATO	VALOR	FUENTE
Rf	4.80%	BCRP, 2023
(Rm - Rf)	6.75%	Investplify, 2023
Riesgo país	1.96%	Alerta financiera, 2023
Beta no apalancada	0.75	Adamodar, 2023
T	30.00%	SUNAT, 2023
D/C	28.86%	Adamodar, 2023
β	1.95	Cálculo
COK (dólares)	20%	Cálculo
Inflación USA	3.20%	Statista, 2023
Inflación Perú	3.80%	BCRP, 2023
COK (soles)	21%	Cálculo

4.2. Análisis de costos

En el presente subcapítulo se presenta la inversión requerida para la implementación de las 3 herramientas de mejora desarrolladas en el capítulo anterior: 5 “S”, Mantenimiento autónomo y Celdas de manufactura.

4.2.1. Costo de implementación de las 5 “S”

El costo de implementación de las 5 “S” se compone de los costos de materiales utilizados, así como el costo de capacitación e implementación.

Para la determinación del tiempo invertido en cada fase de la implementación de esta herramienta, cabe destacar las siguientes consideraciones:

- Antes de iniciar con la implementación de las 5 “S” se realiza una fase de inducción de 2 sesiones de 2 h durante 2 semanas.
- La capacitación para la implementación de cada “S” se realiza en el plazo de 1 semana, con 3 sesiones de 2 h cada semana.
- La implementación de cada “S” toma 3 horas por cada semana, durante 4 semanas. Exceptuando el caso del gerente, quien dedica solo 1.5 h a las juntas del comité de mantenimiento autónomo.

- El tiempo invertido en auditorías de piso, para cada “S”, es de 1 hora semanal durante 4 semanas.
- El costo por hora de trabajo del personal que interviene en la capacitación e implementación de las propuestas se desprende de la tabla 41.

Tabla 41: Costo por hora de trabajo del personal

FUNCIÓN	INGRESO MENSUAL	SEMANAS POR MES	DIAS POR SEMANA	HORAS POR DÍA	COSTO POR HORA
Gerente general	S/ 5,500.00	4	5	8	S/ 34.38
Jefe de producción	S/ 3,200.00	4	5	8	S/ 20.00
Jefe de mantenimiento	S/ 3,200.00	4	5	8	S/ 20.00
Operarios	S/ 1,200.00	4	5	8	S/ 7.50
Personal administrativo	S/ 2,000.00	4	5	8	S/ 12.50
Auditor	S/ 2,000.00	4	5	8	S/ 12.50
Analista de proyectos de mejora	S/ 2,000.00	4	5	8	S/ 12.50

Así, en la tabla 42 se detallan los costos de materiales. Por otra parte, en la tabla 43 se describe el costo de capacitación e implementación.

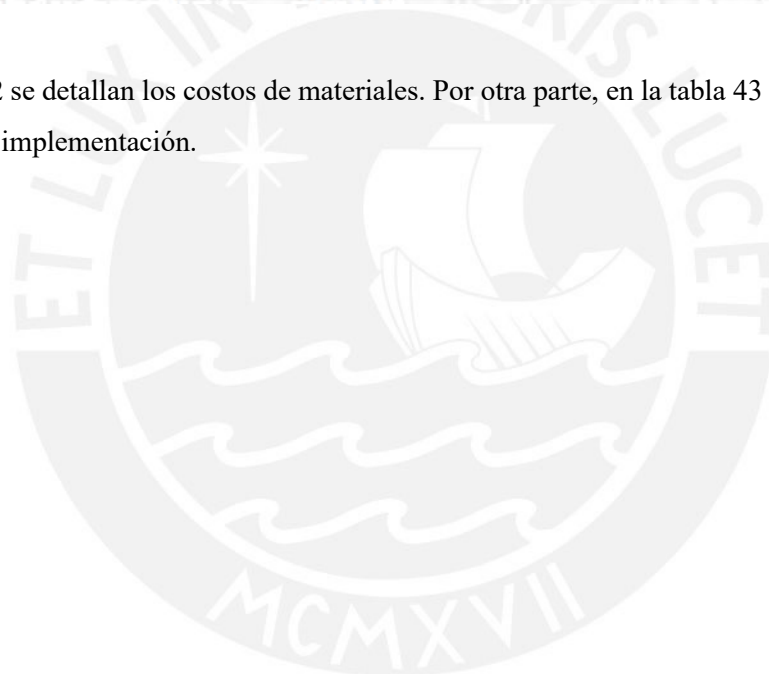


Tabla 42: Costo de implementación de 5 "S" - materiales

"S"	ÍTEM	CANTIDAD (Unidades)	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1° "S"	Tarjetas rojas	100	S/ 0.20	S/ 20.00
	Pruebas OPL impresas	50	S/ 0.10	S/ 5.00
	Ficha de auditoría	50	S/ 0.10	S/ 5.00
2 "S"	Cinta amarilla de delimitación	10	S/ 8.00	S/ 80.00
	Pintura blanca	2	S/ 22.00	S/ 44.00
	Brochas de pintura	3	S/ 15.00	S/ 45.00
	Etiquetas para rotulado	50	S/ 0.10	S/ 5.00
	Estante para formulación	1	S/ 600.00	S/ 600.00
	Estante para etiquetas	1	S/ 500.00	S/ 500.00
	Organizadores apilables	20	S/ 18.00	S/ 360.00
	Ganchos para utensilios	2	S/ 65.00	S/ 130.00
	Estante para baldes de 4 niveles	1	S/ 850.00	S/ 850.00
	Repisa metálica	1	S/ 450.00	S/ 450.00
	Organizador de utensilios de limpieza	1	S/ 34.00	S/ 34.00
	Letreros para identificación de zonas	10	S/ 2.50	S/ 25.00
	Etiquetas para tuberías	30	S/ 0.20	S/ 6.00
	Pruebas OPL impresas	50	S/ 0.10	S/ 5.00
	Ficha de auditoría	50	S/ 0.10	S/ 5.00
	3 "S"	Formato de plan de limpieza diario	100	S/ 0.10
Lista de verificación de limpieza semanal		100	S/ 0.10	S/ 10.00
Trapos		50	S/ 1.50	S/ 75.00
Estropajos		50	S/ 0.50	S/ 25.00
Desinfectantes		25	S/ 15.00	S/ 375.00
Pruebas OPL impresas		50	S/ 0.10	S/ 5.00
Ficha de auditoría		50	S/ 0.10	S/ 5.00
4 "S"	Formatos de matriz IPERC contiuo	100	S/ 0.10	S/ 10.00
	Señalecticas	25	S/ 2.50	S/ 62.50
	Pruebas OPL impresas	50	S/ 0.10	S/ 5.00
	Ficha de auditoría	50	S/ 0.10	S/ 5.00
5 "S"	Afiches y folletos	10	S/ 6.00	S/ 60.00
	Pruebas OPL impresas	50	S/ 0.10	S/ 5.00
	Ficha de auditoría	50	S/ 0.10	S/ 5.00
TOTAL				S/ 3,826.50

Tabla 43: Costo de implementación de 5 “S” - capacitación e implementación

FASE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CANTIDAD DE HORAS	COSTO (S./ HORA)	COSTO TOTAL (S./)
Inducción	Consultor Lean Manufacturing	1	8	S/ 315.00	S/ 2,520.00
Capacitación	Consultor Lean Manufacturing	1	30	S/ 315.00	S/ 9,450.00
	Auditor	1	30	S/ 12.50	S/ 375.00
	Gerente general	1	30	S/ 34.38	S/ 1,031.25
	Personal administrativo	2	60	S/ 12.50	S/ 750.00
	Jefe de producción	1	30	S/ 20.00	S/ 600.00
	Operarios	12	360	S/ 7.50	S/ 2,700.00
	Analista de proyectos de mejora	1	30	S/ 12.50	S/ 375.00
Implementación	Gerente general	1	30	S/ 34.38	S/ 1,031.25
	Jefe de producción	1	60	S/ 13.50	S/ 810.00
	Consultor Lean Manufacturing	1	15	S/ 315.00	S/ 4,725.00
	Analista de proyectos de mejora	1	30	S/ 12.50	S/ 375.00
Auditoría	Operarios	12	720	S/ 7.50	S/ 5,400.00
	Consultor Lean Manufacturing	1	20	S/ 315.00	S/ 6,300.00
TOTAL					S/ 36,442.50

En síntesis, para la implementación de las 5 “S” se estima un costo total de S/. 40,269.00, tal y como se detalla en la tabla 44.

Tabla 44: Costo total de implementación de las 5 “S”

DESCRIPCIÓN	SUB TOTAL (S./)
Costo de capacitación e implementación	S/ 36,442.50
Costo de materiales	S/ 3,826.50
TOTAL	S/ 40,269.00

4.2.2. Costo de implementación del mantenimiento autónomo

El costo total de la implementación de esta herramienta se compone de los costos de materiales utilizados, así como el costo de capacitación e implementación.

Para la determinación del tiempo invertido en cada fase de la implementación de esta herramienta, cabe destacar las siguientes consideraciones:

- La capacitación para la implementación del mantenimiento autónomo se realiza en el plazo de 2 semanas, con 3 sesiones de 3 h cada semana.
- La implementación toma 3 h por cada semana, durante 2 semanas. Exceptuando el caso del gerente, quien dedica solo 1.5 h a las juntas del comité de mantenimiento autónomo.
- La fase de entrenamiento consume 1.5 h por semana, durante 2 semanas; del mismo modo la fase de supervisión.

- El costo por hora de trabajo del personal que interviene en la capacitación e implementación de las propuestas se desprende de la tabla 4.2.

Por tanto, en la tabla 45 se presenta el detalle de los costos de materiales. Por otra parte, en la tabla 46 se describe el costo de capacitación e implementación.

Tabla 45: Costo de implementación de mantenimiento autónomo - materiales

ÍTEM	CANTIDAD (Unidades)	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Lubricante para máquinas	5	S/ 200.00	S/ 1,000.00
Cableado	5	S/ 30.00	S/ 150.00
Afilador de cuchillas	1	S/ 35.00	S/ 35.00
Llave inglesa	1	S/ 15.00	S/ 15.00
Sellos de válvulas	10	S/ 7.50	S/ 75.00
Resistencias eléctricas	5	S/ 110.00	S/ 550.00
Ficha de control de mantenimiento	100	S/ 0.20	S/ 20.00
Cartillas de verificación	100	S/ 0.10	S/ 10.00
Control de paradas de máquina	100	S/ 0.10	S/ 10.00
TOTAL			S/ 1,865.00

Tabla 46: Costo de implementación de mantenimiento autónomo - capacitación e implementación

FASE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CANTIDAD DE HORAS	COSTO (S./ HORA)	COSTO TOTAL (S/.)
Capacitación	Consultor de mantenimiento autónomo	1	18	S/ 315.00	S/ 5,670.00
	Gerente general	1	18	S/ 34.38	S/ 618.75
	Personal administrativo	2	36	S/ 12.50	S/ 450.00
	Jefe de mantenimiento	1	18	S/ 20.00	S/ 360.00
	Jefe de producción	1	18	S/ 20.00	S/ 360.00
	Analista de proyectos de mejora	1	30	S/ 12.50	S/ 375.00
	Operarios	12	216	S/ 7.50	S/ 1,620.00
Implementación	Consultor de mantenimiento autónomo	1	6	S/ 315.00	S/ 1,890.00
	Gerente general	1	3	S/ 34.38	S/ 103.13
	Jefe de mantenimiento	1	6	S/ 20.00	S/ 120.00
	Jefe de producción	1	6	S/ 20.00	S/ 120.00
	Analista de proyectos de mejora	1	30	S/ 12.50	S/ 375.00
	Operarios	12	72	S/ 7.50	S/ 540.00
Entrenamiento	Consultor de mantenimiento autónomo	1	3	S/ 315.00	S/ 945.00
TOTAL					S/ 13,546.88

En síntesis, para la implementación del mantenimiento autónomo se estima un costo total de S/.15,411.88, tal y como se detalla en la tabla 47.

Tabla 47: Costo total de implementación del mantenimiento autónomo

DESCRIPCIÓN	SUB TOTAL (S/.)
Costo de capacitación e implementación	S/ 13,546.88
Costo de materiales	S/ 1,865.00
TOTAL	S/ 15,411.88

4.2.3. Costo de implementación de celdas de manufactura

El costo de implementación del mantenimiento autónomo se compone de los costos de materiales utilizados, así como el costo de capacitación e implementación.

Para la determinación del tiempo invertido en cada fase de la implementación de esta herramienta, cabe destacar las siguientes consideraciones:

- La capacitación para la implementación del mantenimiento autónomo se realiza en el plazo de 2 semana, con 3 sesiones de 3 h cada semana.
- La implementación toma 3 h por cada semana, durante 2 semanas. Exceptuando el caso del gerente, quien dedica solo 1.5 h a las juntas del comité de celdas de manufactura.
- La fase de entrenamiento consume 1.5 h por semana, durante 2 semanas; del mismo modo la fase de supervisión.
- El costo por hora de trabajo del personal que interviene en la capacitación e implementación de las propuestas se desprende de la tabla 4.2.

Por tanto, en la tabla 48 se detallan los costos de materiales. Por otra parte, en la tabla 49 se describe el costo de capacitación e implementación.

Tabla 48: Costo de implementación de celdas de manufactura - materiales

ÍTEM	CANTIDAD (Unidades)	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Mesas industriales	2	S/ 750.00	S/ 1,500.00
Control de producción	100	S/ 0.10	S/ 10.00
TOTAL			S/ 1,510.00

Tabla 49: Costo de implementación de celdas de manufactura - capacitación e implementación

FASE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CANTIDAD DE HORAS	COSTO (S./ HORA)	COSTO TOTAL (S./)
Capacitación	Consultor de celdas de manufactura	1	18	S/ 315.00	S/ 5,670.00
	Gerente general	1	18	S/ 34.38	S/ 618.75
	Personal administrativo	2	36	S/ 12.50	S/ 450.00
	Jefe de producción	1	18	S/ 20.00	S/ 360.00
	Analista de proyectos de mejora	1	30	S/ 12.50	S/ 375.00
	Operarios	11	198	S/ 7.50	S/ 1,485.00
Implementación	Consultor de celdas de manufactura	1	6	S/ 315.00	S/ 1,890.00
	Gerente general	1	3	S/ 34.38	S/ 103.13
	Jefe de producción	1	6	S/ 20.00	S/ 120.00
	Analista de proyectos de mejora	1	30	S/ 12.50	S/ 375.00
	Operarios	11	66	S/ 7.50	S/ 495.00
Entrenamiento	Consultor de celdas de manufactura	1	3	S/ 315.00	S/ 945.00
TOTAL					S/ 12,886.88

En síntesis, para la implementación de celdas de manufactura se estima un costo total de S/.14,396.88, tal y como se detalla en la tabla 50.

Tabla 50: Costo total de implementación de celdas de manufactura

DESCRIPCIÓN	SUB TOTAL (S./)
Costo de personal	S/ 12,886.88
Costo de materiales	S/ 1,510.00
TOTAL	S/ 14,396.88

4.2.4. Costo total de las herramientas de mejora

En la tabla 51, se resumen todos los costos incurridos en la implementación de cada herramienta. Se observa que la inversión total requerida es de S/. 70,077.75.

Tabla 51: Costo total de implementación de propuesta de mejora

HERRAMIENTA	COSTO TOTAL (S./)	PORCENTAJE
5 "S"	S/ 40,269.00	57%
Mantenimiento autónomo	S/ 15,411.88	22%
Celdas de manufactura	S/ 14,396.88	21%
TOTAL	S/ 70,077.75	100%

El costo total se compone en un 57% por la implementación de las 5 "S" y 22% por el mantenimiento autónomo, mientras que la implementación de celdas de manufactura representa el 21% (ver figura 145). Con lo que, se determina que la implementación de las 5 "S", es la herramienta que representa el mayor impacto en el costo económico del presente proyecto.

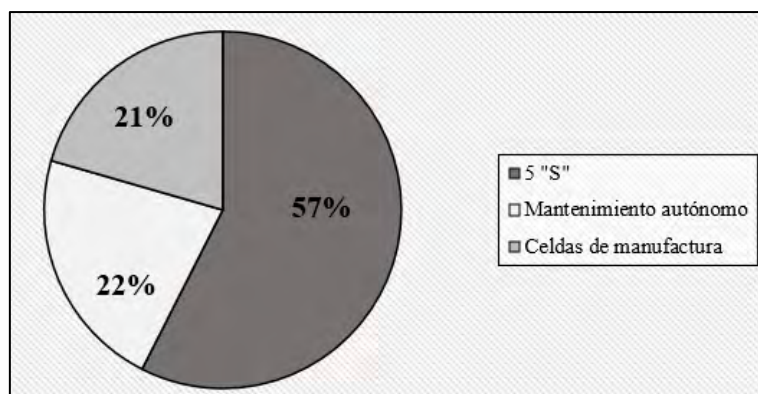


Figura 145: Porcentaje de costo de las herramientas sobre el total

4.3. Beneficios económicos

A continuación, se presentan los beneficios económicos anuales por cada una de las herramientas a implementar.

4.3.1. Beneficio de la implementación de las 5 "S"

- Primera "S" – Clasificación

Como se detalló en el capítulo anterior, con la implementación de la primera "S" se obtiene como beneficio el ahorro de un área de 7 m² aproximadamente, que será de utilidad para generar una adecuada disposición del área productiva, así como su posible uso en una futura ampliación de capacidad de la planta. Sin embargo, de momento estos beneficios son cualitativos, por lo que no es posible cuantificar un beneficio económico desprendido de esta "S".

- Segunda "S" – Orden

Al aplicar la segunda "S" se espera obtener como principal beneficio reducir los tiempos de búsqueda de insumos, materias primas y materiales. Pasando de ocupar 30 a 10 min de la jornada de producción de mermelada de fresa. Dicho ahorro de tiempo incrementa la producción, generando un beneficio económico anual S/.18,084.00 (ver tabla 52).

Tabla 52: Beneficio económico al aplicar segunda "S"

TIEMPO DE BÚSQUEDA ACTUAL	TIEMPO DE BÚSQUEDA MEJORADO	REDUCCIÓN DE TIEMPO DE BÚSQUEDA	UNIDAD DE MEDIDA	PRODUCCIÓN (Kg / Hora)	COSTO PROMEDIO (S/./Kg)	BENEFICIO ECONÓMICO MENSUAL	BENEFICIO ECONÓMICO ANUAL
0.50	0.17	0.33	Horas / día	13.7	S/ 18.00	S/ 1,644.00	S/ 18,084.00

- Tercera “S” – Limpieza

Con la implementación de esta “S” se reduce la contaminación de productos, evitando problemas de calidad y reduciendo la cantidad de productos defectuosos de 20 kg por semana a 10 kg por semana. Generando así un beneficio económico de S/.7,920.00 (ver tabla 53).

Tabla 53: Beneficio económico al aplicar tercera “S”

CANTIDAD DE DEFECTUOSOS ACTUAL	CANTIDAD DE DEFECTUOSOS MEJORADO	REDUCCIÓN DE DEFECTUOSOS	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO PROMEDIO (S./Kg)	BENEFICIO ECONÓMICO MENSUAL	BENEFICIO ECONÓMICO ANUAL
20	10	10	Kg / semana	S/ 18.00	S/ 720.00	S/ 7,920.00

- Cuarta “S” – Salud y seguridad

La aplicación de esta herramienta permite reducir la ocurrencia de accidentes de 3 al mes a 0, evitando la pérdida de 21 H-H al mes (ver tabla 54). Dichos ahorros se traducen en un beneficio económico anual de S/.1,732.50.

Tabla 54: Beneficio económico al aplicar cuarta “S”

CANTIDAD DE ACCIDENTES ACTUALES	CANTIDAD DE ACCIDENTES MEJORADA	REDUCCIÓN DE ACCIDENTES	UNIDAD DE MEDIDA	H-H PERDIDAS POR	COSTO UNITARIO H-H	BENEFICIO ECONÓMICO MENSUAL	BENEFICIO ECONÓMICO ANUAL
3	0	3	Accidentes / mes	7	S/ 7.50	S/ 157.50	S/ 1,732.50

- Quinta “S” – Autodisciplina

Al aplicar la autodisciplina se conseguirá preservar un ambiente de trabajo limpio, ordenado y seguro, lo cual incrementará la productividad de los trabajadores en 1.52 kg/h, generando un beneficio económico anual de S/.48,153.60 (ver tabla 55).

Tabla 55: Beneficio económico al aplicar quinta “S”

PRODUCCIÓN ACTUAL	PRODUCCIÓN MEJORADA	INCREMENTO EN PRODUCCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO PROMEDIO (S./Kg)	BENEFICIO ECONÓMICO MENSUAL	BENEFICIO ECONÓMICO ANUAL
13.7	15.22	1.52	Kg / Hora	S/ 18.00	S/ 4,377.60	S/ 48,153.60

4.3.2. Beneficio de la implementación del mantenimiento autónomo

Con la ejecución de esta herramienta se consigue eliminar por completo las paradas de máquina, las cuales generaban un tiempo de inactividad de 3 horas, de esta manera se incrementa la producción y se genera un beneficio económico anual de S/.9,040.68 (ver tabla 56).

Tabla 56: Beneficio económico al aplicar mantenimiento autónomo

HORAS DE PARADAS DE MÁQUINA ACTUALES	HORAS DE PARADAS DE MÁQUINA MEJORADO	REDUCCIÓN DE HORAS DE PARADAS DE MÁQUINAS	UNIDAD DE MEDIDA	PRODUCCIÓN (Kg / Hora)	COSTO PROMEDIO (S./Kg)	BENEFICIO ECONÓMICO MENSUAL	BENEFICIO ECONÓMICO ANUAL
3	0	3	Horas / mes	15.22	S/ 18.00	S/ 821.88	S/ 9,040.68

4.3.3. Beneficio de la implementación de celdas de manufactura

La implementación de celdas de manufactura permite reducir la cantidad de personal asignando al proceso productivo de 12 a 11 operarios, generando un beneficio económico anual de S/.13,200.00 (ver tabla 57).

Tabla 57: Beneficio económico al aplicar celdas de manufactura

NÚMERO DE OPERARIOS ACTUAL	NÚMERO DE OPERARIOS MEJORADO	REDUCCIÓN DE OPERARIOS	SUELDO (S./Mes)	BENEFICIO ECONÓMICO MENSUAL	BENEFICIO ECONÓMICO ANUAL
12	11	1	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 13,200.00

4.3.4. Beneficio económico total del proyecto de mejora

En la tabla 58, se presenta un resumen de todos los beneficios económicos generados por la implementación de cada herramienta. Se observa que el beneficio total asciende a S/. 98,130.78.

Tabla 58: Beneficio económico al aplicar celdas de manufactura

HERRAMIENTA	BENEFICIO (S./.)	PORCENTAJE
5 "S"	S/ 75,890.10	77%
Mantenimiento autónomo	S/ 9,040.68	9%
Celdas de manufactura	S/ 13,200.00	13%
TOTAL	S/ 98,130.78	100%

El beneficio total se compone en un 77% por la implementación de las 5 "S" y 9% por el mantenimiento autónomo, mientras que la implementación de celdas de manufactura representa el 13% (ver figura

146). Por tanto, se determina que la implementación de las 5 “S” es la herramienta que representa el mayor beneficio económico del presente proyecto.

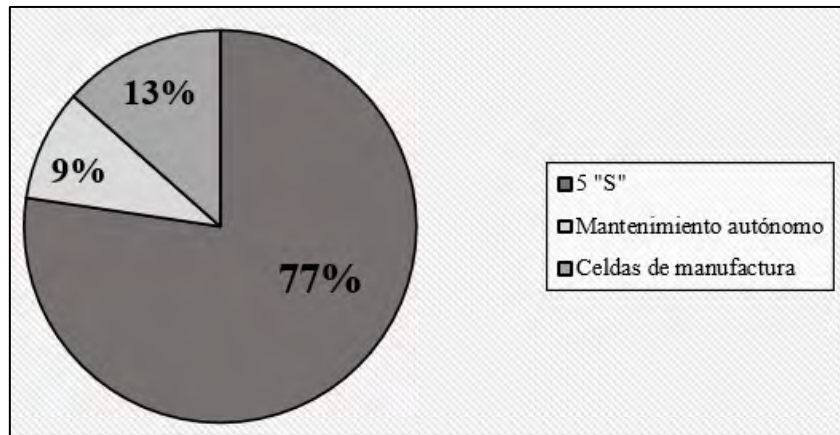


Figura 146: Porcentaje de beneficio económico de las herramientas sobre el total

Asimismo, se observa que el OEE ha mejorado significativamente, pasando de 46% a 82%, y acercándose cada vez más al valor ideal para las empresas de clase mundial (ver tabla 59).

Tabla 59: Cálculo del nuevo OEE

INDICADOR	VALOR OBTENIDO	VALOR IDEAL
DISPONIBILIDAD	97%	90%
RENDIMIENTO	86%	95%
CALIDAD	98%	99%
OEE	82%	85%

4.4. Flujo de caja económico

En la tabla 60, se presenta el flujo de caja económico, elaborado en base a los ingresos y egresos de la implementación de las herramientas de mejora.

Asimismo, cabe destacar las siguientes consideraciones.

- El periodo de evaluación del proyecto de mejora es de 3 años.
- La inversión inicial toma lugar en el año 0 y abarca los costos de materiales, capacitación e implementación.
- Los egresos de los años del 1 al 3 constan únicamente de los costos de capacitación continua.
- Los beneficios económicos se mantienen constantes del año 1 al 3.

Tabla 60: Flujo de caja del proyecto de mejora

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
EGRESOS	-S/ 70,077.75	-S/ 35,088.75	-S/ 35,088.75	-S/ 35,088.75
INGRESOS	S/ -	S/ 98,130.78	S/ 98,130.78	S/ 98,130.78
FLUJO	-S/ 70,077.75	S/ 63,042.03	S/ 63,042.03	S/ 63,042.03

Asimismo, en la tabla 61 se muestra los indicadores del flujo de caja, a partir de los cuales se determinan que el proyecto es viable económicamente. Debido a que se presenta un VAN positivo y un TIR mayor al COK de 21%.

Tabla 61: Indicadores de viabilidad del proyecto

VAN	S/ 60,667.24
TIR	72%
COK	21%

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Luego de analizar la situación actual se determina que la empresa afronta 2 principales problemas: retraso en las fechas de entrega y organización deficiente en el área de producción. Por ello, mediante la aplicación de herramientas como el diagrama de Ishikawa, lluvia de ideas y diagrama de Pareto, se identificaron sus principales causas raíz, en base a las cuales se planteó el uso de 3 herramientas de mejora: celdas de manufactura, 5 “S” y mantenimiento autónomo.
- Con la implementación de las 5 “S” se obtiene un cambio en la cultura organizacional de la empresa, pasando de una desordenada a otra disciplinada y limpia; incrementando así la motivación y compromiso de los trabajadores. En consecuencia, se logra mejorar la producción de 13.7 a 15.22 kg/h.
- La implementación del mantenimiento autónomo permite programar y establecer un procedimiento estándar de limpieza y mantenimiento preventivo, logrando así reducir las paradas de máquina de 3 h/mes a ninguna, generando un beneficio económico de S/.9,040.68 al año.
- Se agruparon diversas operaciones afines en 3 celdas de manufactura, con lo cual consigue un flujo continuo y la reducción de inventarios en proceso, asimismo, al reorganizar a los trabajadores en las celdas, se consigue la reducción del personal asignado a producción, de 12 a 11 operarios, generando un beneficio económico anual de S/13,200.00.
- Con la implementación de las herramientas de mejora se consigue elevar el valor del indicador OEE, el cual ha mejorado considerablemente, pasando de 46% a 82%, orientándose a alcanzar el valor ideal para empresas de clase mundial.
- A partir del análisis de costos, se calcula un costo total de S/.70,077.75, observándose que la implementación de las 5 “S” es la que genera el mayor impacto económico, representando el 57% del costo total, asimismo, el mantenimiento autónomo abarca el 22% del costo total, mientras que las celdas de manufactura ocupan el 21%.
- La implementación de las propuestas genera un beneficio total de S/.98,130.78, del cual el 77% se debe a las 5 “S”, el 13% a las celdas de manufactura y el 9% al mantenimiento autónomo.
- Habiendo determinado los ingresos y egresos, se elabora el flujo de caja del proyecto, por un periodo de 3 años, calculándose un VAN de S/.60,667.24 y el TIR de 721%, mayor al COK de 21%. Con lo cual, se concluye que el proyecto de mejora es económicamente rentable.

5.2. Recomendaciones

- Se propone automatizar el proceso productivo de mermeladas, con el objetivo de obtener un producto de calidad estandarizada, que permita atender la demanda de un sector de clientes con mayores exigencias en este aspecto, y con un menor tiempo de fabricación, que derive en la maximización de la producción y la atención eficiente de los pedidos. La implementación de dicha tecnología es costosa, y actualmente no está en los planes de la empresa, sin embargo, se deberá evaluar, con una perspectiva a largo plazo, y sopesar si los beneficios proyectados justifican esa inversión. Para los procesos de envasado y etiquetado mediante una envasadora automática y el enfriamiento mediante un túnel de enfriamiento.
- Con el fin de que los beneficios se puedan mantener a largo plazo, se sugiere respetar la planificación establecida para las herramientas de mejora implementadas de la empresa, tales como la planificación de limpieza y mantenimiento; las cuales deben realizarse en las fechas y plazos acordados, así como los procedimientos y métodos de verificación planteados en el desarrollo de las mejoras.
- Es esencial que se ejecuten capacitaciones anuales permanentes, sobre todo en aquellos campos en los que se observe inconformidades que puedan comprometer la operatividad óptima de la empresa, de manera que se refuercen los conocimientos adquiridos durante la implementación de las herramientas de mejora. Además, capacitar constantemente a los trabajadores, les otorgará los recursos y herramientas necesarias, y actualizadas a los avances más recientes, que les permitirá proponer e implementar mejoras constantes a sus procedimientos, además, de generarles un mayor compromiso y productividad en el trabajo, que repercutirá en su desenvolvimiento en el centro laboral.
- Con el fin de optimizar el aprovechamiento del capital humano en la mejora de los procesos dentro de la empresa, se recomienda formar equipos de mejora continua, que planteen y canalicen las propuestas de mejora que surjan. Asimismo, es posible realizar concursos que permitan incentivar a los trabajadores a estar siempre orientados a la innovación y perfeccionamiento del proceso productivo.
- Se sugiere la implementación de la herramienta Poka – Yoke, con el fin de reducir la deficiencia de calidad debido a errores humanos, y evitar tiempos de reprocesamiento o mermas.

ANEXOS

Anexo 1: DAP actual del proceso - parte 1

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO (DAP)

Proceso: Método: Actual Propuesto Hoja 1 de 2

Nº	ACTIVIDADES Descripción	Simbología					Distancia (m)	Tiempo (min)	Cantidad	Observaciones
		○	⇒	□	□	▽				
1	Recepción de jabs de fresa fresca	x						2	30 kg	
2	Pesado de jabs de fresa	x						1		
3	Inspeccion sensorial de la condición de las fresas				x			3		
4	Descarte de las fresas defectuosas	x						3		
5	Pesado de fresas aptas	x						1		
6	Lavado y enjuague de fresas	x						15		
7	Traslado a la mesa de acondicionado		x				3	1		
8	Búsqueda y preparación de utensilios			x				5		Los utensilios no se encontraban lavados y no estaban en su sitio
9	Retiro de hojas de las fresas	x						6		
10	Trozado de las fresas	x						9		
11	Traslado a zona de licuado		x				0.5	2		
12	Licuado de fresas	x						6		
13	Control de grados brix				x			3		
14	Pesado de pulpa	x						1	25 kg	
15	Traslado a zona de formulación		x				3	1		
16	Dosificación de azúcar rubia según requerimientos	x						2	25 kg	
17	Búsqueda de insumos químicos			x				5		Los insumos no se encuentran rotulados ni en el estante
18	Dosificación de insumos químicos	x						4		
19	Traslado al área de marmitas		x				2	3		
20	Vertido de pulpa a la marmita	x						2.5		
21	Vertido de la mitad de azúcar a la marmita	x						1		
22	Pre coccion	x						15		
23	Control de grados brix				x			3		
24	Adición de otra mitad de azúcar e insumos químicos.	x						1		
25	Cocción	x						25		

Anexo 2: DAP actual del proceso - parte 2

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO (DAP)										
Proceso: Producción de mermelada de fresa clásica - envase vidrio de 400 gr		Método: <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto		Hoja <u>2</u> de <u>2</u>						
Nº	ACTIVIDADES Descripción	Simbología					Distancia (m)	Tiempo (min)	Cantidad	Observaciones
		○	⇒	□	□	▽				
26	Control de grados brix				x			3		
27	Control de pH				x			3		
28	Control de temperatura				x			1		
29	Apagado de la marmita	x						0.5		
30	Traslado de mermelada a zona de envasado		x			6		4		Hay baldes que obstruyen el tránsito
31	Pesado de mermelada	x						2	50 kg	
32	Vertido de mermelada a la dosificadora	x						7		
33	Búsqueda de envases y tapas			x				5		No se tenían envases en la zona de trabajo, se buscó en almacén
34	Llenado y sellado de envases de vidrio	x						16	125 frascos	
35	Traslado a la zona de enfriado		x			8		1		
36	Inmersión de los envases en agua	x						2		
37	Tiempo de enfriado							13		
38	Traslado de envases a la zona de etiquetado		x			5		3		
39	Búsqueda de etiquetas			x				15		Las etiquetas se encuentran en distintas ubicaciones de la zona de etiquetado
40	Aplicación de etiquetado correspondiente	x						23	125 frascos	

Cuadro resumen	
Actividad	Total actual
Operación	22
Transporte	7
Demora	4
Inspección	6
Almacenaje	0
Distancia (m)	27.5
Tiempo (min)	219

Anexo 3: DAP propuesto del proceso – parte 1

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO (DAP)										
Proceso: Producción de mermelada de fresa clásica - envase vidrio de 400 gr		Método: <input type="checkbox"/> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto		Hoja <u>1</u> de <u>2</u>						
Nº	ACTIVIDADES Descripción	Simbología					Distancia (m)	Tiempo (min)	Cantidad	Observaciones
		○	⇒	□	□	▽				
1	Recepción de jabas de fresa fresca	x						2	30 kg	
2	Pesado de jabas de fresa	x						1		
3	Inspección sensorial de la condición de las fresas				x			3		
4	Descarte de las fresas defectuosas	x						3		
5	Pesado de fresas aptas	x						1		
6	Lavado y enjuague de fresas	x						15		
7	Traslado a la mesa de acondicionado		x			3		1		
8	Búsqueda y preparación de utensilios			x				3		Los utensilios se encontraban lavados y en su organizador
9	Retiro de hojas de las fresas	x						6		
10	Trozado de las fresas	x						9		
11	Traslado a zona de licuado		x			0.5		2		
12	Licuado de fresas	x						6		
13	Control de grados brix				x			3		
14	Pesado de pulpa	x						1	25 kg	
15	Traslado a zona de formulación		x			3		1		
16	Dosificación de azúcar rubia según requerimientos	x						2	25 kg	
17	Búsqueda de insumos químicos			x				3		Los insumos se encuentran adecuadamente rotulados en el estante adyacente
18	Dosificación de insumos químicos	x						4		
19	Traslado al área de marmitas		x			2		3		
20	Vertido de pulpa a la marmita	x						2.5		
21	Vertido de la mitad de azúcar a la marmita	x						1		
22	Pre cocción	x						15		
23	Control de grados brix				x			3		
24	Adición de otra mitad de azúcar e insumos químicos.	x						1		
25	Cocción	x						25		

Anexo 4: DAP propuesto del proceso – parte 2

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO (DAP)										
Proceso: <u>Producción de mermelada de fresa clásica - envase vidrio de 400 gr</u>		Método: <input type="checkbox"/> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto		Hoja <u>2</u> de <u>2</u>						
Nº	ACTIVIDADES Descripción	Simbología					Distancia (m)	Tiempo (min)	Cantidad	Observaciones
		○	⇒	□	▽	◇				
26	Control de grados brix				x			3		
27	Control de pH				x			3		
28	Control de temperatura				x			1		
29	Apagado de la marmita	x						0.5		
30	Traslado de mermelada a zona de envasado		x				6	2		El camino esta sin obstrucciones
31	Pesado de mermelada	x						2	50 kg	
32	Vertido de mermelada a la dosificadora	x						7		
33	Búsqueda de envases y tapas			x				2		Los envases se encuentran en la zona de envasado
34	Llenado y sellado de envases de vidrio	x						16	125 frascos	
35	Traslado a la zona de enfriado		x				8	1		
36	Inmersión de los envases en agua	x						2		
37	Tiempo de enfriado							13		
38	Traslado de envases a la zona de etiquetado		x				5	3		
39	Búsqueda de etiquetas			x				2		Las etiquetas se encuentran en los organizadores correspondientes
40	Aplicación de etiquetado correspondiente	x						23	125 frascos	

Cuadro resumen	
Actividad	Total actual
Operación	22
Transporte	7
Demora	4
Inspección	6
Almacenaje	0
Distancia (m)	27.5
Tiempo (min)	197

Anexo 5: Costo de accidentes

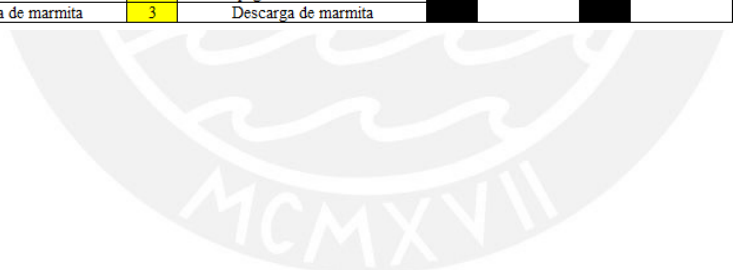
	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	PROMEDIO
Nº Accidentes por resbalamiento	2	4	2	4	3	3	3	2	4	3
H-H perdidas / mes	14	28	14	28	21	21	21	14	28	21
Costo atención	400	800	400	800	600	600	600	400	800	600
Costo H-H	94.78	189.56	94.78	189.56	142.17	142.17	142.17	94.78	189.56	142.17

Anexo 6: Cálculo de la producción

	ACTUAL		PROPUESTO	
CANTIDAD	50	Kg	50	Kg
TVA	3.7	Horas	3.3	Horas
PRODUCCIÓN	13.70	Kg /Hora	15.2	Kg /Hora

Anexo 7: DAM de celda de manufactura 2

Tiempo (min)	Factor 1: Operario 1		Factor 2: operario 2		Factor 3: marmita 1		Factor 4: marmita 2		Factor 5: marmita 3		Factor 6: marmita 4	
	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad
2	2	Dosificación azucar marmita 1 y	2	Dosificación azucar marmita 3 y 4								
8	6	Dosificación insumos quimicos	6	Dosificación insumos quimicos								
8.25	0.25	Traslado a marmita 1	0.25	Traslado a marmita 3								
10.75	2.5	Cargar pulpa	2.5	Cargar pulpa y 1/2 de azucar								
11.75	1	Cargar 1/2 azucar	1	Cargar 1/2 azucar								
12.25	0.5	Encender marmita 1	0.5	Encender marmita 3								
13.25	1	Inspeccion inicial	1	Inspeccion inicial								
14												
14.25	0.25	Traslado a marmita 2	0.25	Traslado a marmita 4								
16.75	2.5	Cargar pulpa	2.5	Cargar pulpa y 1/2 de azucar								
17.75	1	Cargar 1/2 azucar	1	Cargar 1/2 azucar								
18.25	0.5	Encender marmita 2	0.5	Encender marmita 4								
19.25	1	Inspeccion inicial	1	Inspeccion inicial	15	Pre - cocción			15	Pre - cocción		
24												
24.25	0.25	Traslado a marmita 1	0.25	Traslado a marmita 3								
27.25	3	Control de grados brix	3	Control de grados brix			15	Pre - cocción			15	Pre - cocción
28.25	1	Añadir 1/2 de azucar y aditivos	1	Añadir 1/2 de azucar y aditivos								
34.5												
34.75	0.25	Traslado a marmita 1	0.25	Traslado a marmita 3								
37.75	3	Control de grados brix	3	Control de grados brix								
38.75	1	Añadir 1/2 de azucar y aditivos	1	Añadir 1/2 de azucar y aditivos	25	Cocción			25	Cocción		
45												
45.25	0.25	Traslado a marmita 1	0.25	Traslado a marmita 3								
48.25	3	Control de grados brix	3	Control de grados brix								
51.25	3	Control de ph	3	Control de ph			25	Cocción			25	Cocción
52.25	1	Control de temperatura	1	Control de temperatura								
52.75	0.5	Apagado de marmita 1	0.5	Apagado de marmita 3								
53.25	0.5	Descarga de marmita	0.5	Descarga de marmita								
53.5	0.25	Traslado a marmita 1	0.25	Traslado a marmita 3								
56.5	3	Control de grados brix	3	Control de grados brix								
59.5	3	Control de ph	3	Control de ph								
60.5	1	Control de temperatura	1	Control de temperatura								
61	0.5	Apagado de marmita 1	0.5	Apagado de marmita 3								
64	3	Descarga de marmita	3	Descarga de marmita								



BIBLIOGRAFÍA

ADAMODAR

Betas by Sector (US). Consulta: 25 de octubre de 2023.

https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

ALERTA FINANCIERA

2023 “Riesgo país de Perú llegó a su nivel más bajo del año”. *Alerta Financiera*. Lima, 05 de julio.

Consulta: 25 de octubre de 2023.

[https://alertafinanciera.pe/2023/07/05/riesgo-pais-de-peru-llego-a-su-nivel-mas-bajo-del-ano/#:~:text=El%20riesgo%20pa%C3%ADs%20\(EMBIG\)%20de,de%202023%20\(174%20Pbs\)](https://alertafinanciera.pe/2023/07/05/riesgo-pais-de-peru-llego-a-su-nivel-mas-bajo-del-ano/#:~:text=El%20riesgo%20pa%C3%ADs%20(EMBIG)%20de,de%202023%20(174%20Pbs)).

AMAZON

EGASON Juego de 2 estantes para ollas de 21 pulgadas con 16 ganchos industriales. Consulta: 05 de septiembre de 2023.

<https://www.amazon.com/-/es/estantes-pulgadas-industriales-organizador-utensilios/dp/B09W8SFD57>

AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY

Pareto. Consulta: 27 de abril de 2023.

<https://asq.org/quality-resources/pareto>

AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY

Fishbone. Consulta: 27 de abril de 2023.

<https://asq.org/quality-resources/fishbone>

AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY

Brainstorming. Consulta: 27 de abril de 2023.

<https://asq.org/quality-resources/brainstorming>

BARNES, Ralph

1979 *Estudio de movimientos y tiempos*. Quinta edición. Madrid: Aguilar.

BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ

Estadísticas. Consulta: 25 de octubre de 2023.

<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04719XD/html>

BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ

Reporte de inflación. Consulta: 25 de octubre de 2023.

<https://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/reporte-de-inflacion.html>

CABRERA, Rafael

2012 *Manual de Lean Manufacturing: TPS Americanizado.* Madrid: Editorial Académica Española.

CANDY MARKET

Categorías. Consulta: 01 de mayo de 2023.

<https://catalogo.candyarket.com.pe/search?categoryid=309>

CONCEPTO

Proceso de producción. Consulta: 25 de abril de 2023.

<https://concepto.de/proceso-de-produccion/#ixzz80FFoWf1S>

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES

Tipo de Procesos Productivos. Consulta: 25 de abril de 2023.

<http://organiza.weebly.com/tipo-de-procesos-productivos.html>

DISPATCH TRACK

Ciclo de Deming: ejemplos, etapas, importancia, ventajas y desventajas. Consulta: 26 de abril de 2023.

<https://www.beetrack.com/es/blog/ciclo-de-deming-etapas-ejemplos>

DREAMSTIME

Hombre que muestra nitidez de un cuchillo cortando una hoja de papel delgada. Consulta: 05 de septiembre de 2023.

<https://es.dreamstime.com/hombre-que-muestra-nitidez-de-un-cuchillo-cortando-una-hoja-papel-delgada-cuchilla-damasco-afilada-image186242806>

DUO YOU

Estante de almacenamiento de zapatos de metal. Consulta: 05 de septiembre de 2023.

<https://es.dy-household.com/home-furniture/storage-racks/metal-shoes-storage-rack.html>

EAE BUSINESS SCHOOL

Los 5 Whys: Análisis de los 5 porqués. Consulta: 23 de abril de 2023.

<https://retos-operaciones-logistica.eae.es/los-5-porques/>

EDISEL

Cinta De Señalización Opalux Amarilla 30mx50mm. Consulta: 05 de septiembre de 2023.

https://ediselts.com/products/cinta-de-senalizacion-opalux-amarilla?variant=40047460319322¤cy=PEN&utm_medium=product_sync&utm_source=google&utm_content=sag_organic&utm_campaign=sag_organic&gclid=Cj0KCQjw0vWnBhC6ARIsAJpJM6fkqzrZdEkmuHFsELMtBQ2vdJOQaKTe0aFA3_WkDLevtYcaBFI6YnsaArCQEALw_wcB

FALABELLA

Estante Metal 5 Niveles 192x100x50cm 1500kg Gris. Consulta: 05 de septiembre de 2023.

https://sodimac.falabella.com.pe/sodimac-pe/product/113307161/Estante-Metal-5-Niveles-192x100x50cm-1500kg-Gris/113307163?gclid=CjwKCAjwjOunBhB4EiwA94JWsFD1BE42orlUB1CuB-bJ145Y3O3F39bOCFyo8zZzFmGlapQktGQ6mBoC3kIQAvD_BwE&kid=shopp3fc&pid=Google_w2a

FALABELLA

Estante Metal 4 Niveles 196x183x60cm 1800kg Gris. Consulta: 05 de septiembre de 2023.

https://sodimac.falabella.com.pe/sodimac-pe/product/113535819/Estante-Metal-4-Niveles-196x183x60cm-1800kg-Gris/113535820?gclid=CjwKCAjwjOunBhB4EiwA94JWsEF6dB9-e4DfsAcbY8IS-fDCrIAKFI98-p2esbP8ntnLELsqUD91oRoCowAQAvD_BwE&kid=shopp3fc&pid=Google_w2a

GATE GROUP

Gate Gourmet: Global leader in airline catering and provisioning services. Consulta: 01 de mayo de 2023.

<https://gategroup.com/en-gb/brands/gate-gourmet/>

GESTIÓN

2018 “Gran Mercado Mayorista de Lima: Pasado y presente del mayor centro de acopio del Perú”.

Diario Gestión. Lima, 16 de diciembre. Consulta: 02 de mayo de 2023.

<https://gestion.pe/economia/empresas/gran-mercado-mayorista-lima-pasado-presente-mayor-centro-acopio-peru-253008-noticia/>

GUILLÉN, Mariano

2019 *Talleres de operaciones* [diapositiva].

GUILLÉN, Mariano

2019 *Talleres de manufactura esbelta* [diapositiva].

INVESTPLIFY

WAAC Calculator. Consulta: 26 de octubre de 2023.

<https://investplify.com/wacc/>

KRAJEWSKI, Lee, Larry RITZMAN y Manoj MALHOTRA

2008 *Administración de operaciones: Procesos y cadena de valor*. Octava edición.

Estado de México: Pearson Educación.

LEAN CONSTRUCTION MEXICO

Diagrama de Pareto. Consulta: 23 de abril de 2023.

<https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/diagrama-de-pareto>

MADARIAGA, Francisco

2013 *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Segunda edición. Bilbao: Bubok Publishing.

MARCAS 1000

Dunkin Donuts logo. Consulta: 01 de mayo de 2023.

<https://1000marcas.net/dunkin-donuts-logo/>

MARRIOTT

Habitaciones y suites. Consulta: 01 de mayo de 2023.

<https://www.marriott.com/es/hotels/limdt-jw-marriott-hotel-lima/overview/>

NUEVA-ISO-9001-2015

¿Cómo es un mapa de procesos basado en la norma ISO 9001 2015? . Consulta: 09 de mayo de 2023.

<https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/05/como-es-un-mapa-procesos-basado-norma-iso-9001-2015/>

OBS BUSINESS SCHOOL

Etapas del proceso de producción: conoce el proceso de principio a fin. Consulta: 25 de abril de 2023.

<https://www.obsbusiness.school/blog/etapas-del-proceso-de-produccion-conoce-el-proceso-de-principio-fin>

PÉREZ, José

2012 *Gestión por Procesos*. Quinta edición. Madrid: ESIC Editorial.

PROMART

Kit repisa click Mondrian. Consulta: 05 de septiembre de 2023.

https://www.promart.pe/kit-repisa-click-mondrian/p?gclid=CjwKCAjwjOunBhB4EiwA94JWsM-t2oPirQ2UXAGhT2SIgNB_E3He_bcbIX_1AIRWe6YDyi8MruLo9BoC92QQAxD_BwE

REY PLAST

Organizatodo apilable azul. Consulta: 05 de septiembre de 2023.

https://reyplast.shop/producto/organizatodo-apilable-10-235766?gclid=CjwKCAjwjOunBhB4EiwA94JWsFsKyMhHirJIR-K_EtwlluxqooVfEzP473KmP6-OWHDvVmm2B8Q5gxoc0DEQAxD_BwE

SOCCONINI, Luis

2019 *Lean Manufacturing paso a paso*. Barcelona: Marge Books.

SODEXO

Incentivos laborales para cada una de tus necesidades. Consulta: 01 de mayo de 2023.

<https://www.sodexo.pe/>

SOLO INDUSTRIALES

Análisis del proceso. Consulta: 23 de abril de 2023.

<https://soloindustriales.com/analisis-del-proceso/>

STARBUCKS

Bebidas. Consulta: 01 de mayo de 2023.

<https://www.starbucks.pe/>

STATISTA

Inflación mensual de Estados Unidos. Consulta: 25 de octubre de 2023.

<https://es.statista.com/estadisticas/600889/tasa-de-inflacion-mensual-de-estados-unidos/>

SUNAT

Impuesto a la renta. Consulta: 26 de octubre de 2023.

<https://www.gob.pe/664-impuesto-a-la-renta-ir>

SWISSOTEL LIMA

Habitaciones. Consulta: 01 de mayo de 2023.

<https://www.swissotellima.com.pe/>

VILLASEÑOR, Alberto

2007 *Manual de Lean Manufacturing: Guía Básica*. Monterrey: Editorial Limusa.

WONG

Categorías. Consulta: 01 de mayo de 2023.

<https://www.wong.pe/>

ZELADA, Rosio

2018 *Clase 09: Estudio de métodos DOP y DAP* [diapositiva].

ZELADA, Rosio

2018 *Clase 11: Estudio de métodos DR* [diapositiva].

ZELADA, Rosio

2018 *Clase 12: Estudio de métodos DAM* [diapositiva].

