

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA EN EMPRESA QUE
FABRICA PRODUCTOS DE LIMPIEZA INDUSTRIAL
UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA
ESBELTA**

Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Eduardo Jesús Siuse Calixto

ASESOR:

Wilmer Jhonny Atoche Diaz

Lima, diciembre, 2024

Informe de Similitud

Yo, WILMER JHONNY ATOCHE DIAZ, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada:


ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA EN EMPRESA QUE FABRICA PRODUCTOS DE LIMPIEZA INDUSTRIAL UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA,

del autor: SIUSE CALIXTO EDUARDO JESUS (20131833),

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 9%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 25/10/2024.
- 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: San Miguel, 28 de octubre de 2024

Apellidos y nombres del asesor: <u>ATOCHÉ DIAZ, Wilmer Jhonny</u>	
DNI: 08134370	 Firma
ORCID: 0000-0002-0923-7608	

RESUMEN

La tesis busca incrementar la productividad de la empresa en estudio, dentro de la línea de limpieza de procesos alimentarios, para llevar a cabo este estudio, se aplica diversas herramientas de manufactura esbelta, en primera instancia se ejecuta las herramientas de calidad para hallar los principales problemas y causas, luego también para priorizarlos.

El presente estudio inicia con el estudio actual y contexto de la empresa, presentando sus principales áreas operativas, procesos, diagramas de operaciones, distribución de la planta, demanda y producción actual, a su vez, se presenta dentro del marco teórico las principales definiciones de autores sobre la metodología 5S y el TPM, precisando los dos pilares que se emplean, los cuales son el mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado.

El capítulo de diagnóstico de la empresa, comienza presentando los problemas de la misma, los cuales son la baja productividad, los reprocesos y las paradas por avería, dichos problemas son analizados mediante un diagrama de pescado, para poder identificar las principales causas que los aquejan, dichas causas son analizadas con un diagrama de Pareto para poder priorizarlas, finalmente estas causas, son contrastadas con las herramientas de manufactura esbelta que mejor se adaptan para eliminarlas o mermarlas.

Luego, se procede con la propuesta de aplicación de las 5S, seguidamente del TPM, el cual tiene una duración de 1 año, logrando el incremento de la productividad de 69 unidades por hora a 71 unidades por hora, la reducción de reprocesos de 30 a 20 % y la disminución de paradas por avería de 1186 horas a 860 horas.

Por último, se efectúa la evaluación económica del proyecto, en cuanto se evalúa la propuesta de implementar de las 2 herramientas ya descritas, obteniendo una TIR de 27%, la cual es superior al COK de 17.78% y una VAN positiva de S/41, 830.

DEDICATORIA

Un agradecimiento especial a mis padres, grandes personas; a mi hermana, una gran mujer; a mis ángeles que partieron antes de ver este logro; y, por último, pero no menos importante, quiero agradecerme a mí mismo, por creer en mí, por trabajar en mí, por no tener días libres, por nunca rendirme y por dar más de lo que puedo.



ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	2
1.1. Manufactura Esbelta.....	2
1.1.1. Definición.....	2
1.1.2. Principios.....	2
1.1.3. Desperdicios.....	3
1.2. Herramientas de Manufactura Esbelta	4
1.2.1. Metodología 5S	4
1.2.1.1. Primera S: Clasificar o Seiri.....	4
1.2.1.2. Segunda S: Ordenar o Seiton.....	5
1.2.1.3. Tercera S: Limpieza o Seiso.....	6
1.2.1.4. Cuarta S: Estandarización o Seiketsu.....	7
1.2.1.5. Quinta S: Disciplina o Shitsuke.....	7
1.2.2. Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	8
1.2.2.1. Pasos para implementar TPM	8
1.2.2.2. Pilares del TPM.....	9
1.2.2.3. OEE: Efectividad global de equipos	9
1.2.2.4. Tipos de pérdida	9
1.2.2.5. Cálculo del OEE.....	9
2. CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	11
2.1. Descripción de la empresa.....	11
2.1.1. Sector y actividad económica.....	11
2.1.2. Empresa en estudio.....	11
2.1.3. Lineamiento Organizacional	13
2.1.4. Productos.....	14
2.1.5. Proveedores	16
2.1.6. Clientes.....	16
2.1.7. Maquinaria	17
2.1.8. Procesos de Producción.....	17
2.1.9. Instalaciones y medios operativos.....	19

2.1.10.	Descripción actual de métricas del sistema productivo.....	20
2.1.10.1.	Productividad	21
2.1.10.2.	Productos defectuosos	21
2.1.10.3.	<i>Fill rate</i> o nivel de servicio	21
2.1.10.4.	Productos en reproceso.....	21
3.	CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....	22
3.1.	Alcance del Diagnóstico.....	22
3.1.1.	Selección del área.....	22
3.1.2.	Selección de la línea de negocios	22
3.1.3.	Selección de la familia de productos.....	23
3.1.4.	Selección del producto	24
3.2.	Problemática de la empresa.....	25
3.2.1.	Baja productividad	25
3.2.2.	Productos defectuosos	26
3.2.3.	Desabastecimiento de materia prima.....	27
3.2.4.	Ausentismo del personal	28
3.2.5.	Paradas no planificadas por averías.....	29
3.2.6.	Reprocesos	30
3.2.7.	Tiempos de calibración	31
3.2.8.	Maquinaria dada de baja	32
3.2.9.	Priorización de problemas	32
3.3.	Identificación de causas	33
3.3.1.	Diagrama de Ishikawa.....	34
3.3.2.	Metodología de los 5 porqués	35
3.3.3.	Priorización de causas raíces.....	35
4.	CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA.....	38
4.1.	Evaluación de propuestas de mejora	38
4.1.1.	Contramedidas.....	38
4.1.2.	Matriz FACTIS	38
4.2.	Metodología de Solución	39
5.	CAPÍTULO 5: PROPUESTAS DE MEJORAS	41
5.1.	Propuesta de aplicación de las 5S	41
5.1.1.	Fase 0: Etapa preliminar.....	41
5.1.2.	Fase 1: Clasificar.....	46
5.1.3.	Fase 2: Ordenar	48
5.1.4.	Fase 3: Limpieza	51

5.1.5.	Fase 4: Estandarizar	53
5.1.6.	Fase 5: Disciplina.....	56
5.2.	Propuesta de aplicación del TPM.....	60
5.2.1.	Planificar	61
5.2.2.	Ejecutar	63
5.2.3.	Verificar	70
5.2.4.	Actuar.....	73
5.3.	Indicadores finales.....	75
5.3.1.	Cálculo del OEE inicial.....	75
5.3.2.	Propuesta de cálculo del OEE después de implementar TPM	77
5.3.3.	Incremento de productividad.....	80
5.3.4.	Paradas no planificadas por averías.....	81
5.3.5.	Reprocesos	82
6.	CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	84
6.1.	Cálculo del costo horario del personal de producción.....	84
6.2.	Inversión del proyecto.....	84
6.2.1.	Cálculo de inversión por la propuesta de aplicar las 5S.....	84
6.2.2.	Cálculo de inversión por la propuesta de aplicar el TPM	85
6.2.3.	Cálculo de inversión por la investigación	87
6.2.4.	Cálculo de inversión por la propuesta de aplicación de todas las herramientas.....	87
6.3.	Ingresos generados por las propuestas de mejora	87
6.3.1.	Ingresos generados por la propuesta de 5S	87
6.3.2.	Ingresos generados por la propuesta de aplicar TPM.....	88
6.3.3.	Ingresos generados por implementar todas las herramientas	89
6.4.	Costos generados por las propuestas de mejora	89
6.5.	Flujo de caja	91
6.5.1.	Flujo de ingresos	91
6.5.2.	Flujo de egresos.....	91
6.5.3.	Flujo de caja económico.....	91
6.5.4.	Evaluación de indicadores.....	92
7.	CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
7.1.	Conclusiones	93
7.2.	Recomendaciones.....	95
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
	ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Lista de máquinas en la empresa.....	17
Tabla 2 Distribución de gastos por área.....	22
Tabla 3 Líneas de negocio de la empresa y su cantidad de producción.....	23
Tabla 4 Familia de productos de la línea de procesos alimentarios.....	23
Tabla 5 Familia de productos de la línea de procesos alimentarios.....	24
Tabla 6 Selección del producto estrella.....	24
Tabla 7 Cálculo de la productividad.....	25
Tabla 8 Cálculo de cantidad de productos defectuosos.....	26
Tabla 9 Cálculo de cantidad de fill rate de órdenes de compras.....	27
Tabla 10 Cálculo de costo de ausentismo.....	28
Tabla 11 Cálculo de costo de paradas.....	29
Tabla 12 Cálculo de reprocesos.....	30
Tabla 13 Cálculo del tiempo de calibración.....	31
Tabla 14 Cálculo de costo de maquinaria dada de baja.....	32
Tabla 15 Priorización de problemas.....	33
Tabla 16 Matriz de priorización de causas raíces.....	36
Tabla 17 Tabla resumen de causas raíces.....	37
Tabla 18 Matriz de contramedidas.....	38
Tabla 19 Criterios de selección.....	39
Tabla 20 Resultados de auditoría del área de producción.....	44
Tabla 21 Resultados de auditoría del área de almacén.....	45
Tabla 22 Elementos innecesarios.....	47
Tabla 23 Acción con los elementos innecesarios.....	47
Tabla 24 Resumen de las acciones con los elementos innecesarios.....	47
Tabla 25 Clasificación de productos de acuerdo con su frecuencia de despacho.....	49
Tabla 26 Clasificación ABC de los productos.....	49
Tabla 27 Control de salidas y re ingresos de 5S.....	54
Tabla 28 Modelo de acta de reunión.....	57
Tabla 29 Programa de auditorías.....	57
Tabla 30 Informe de auditorías.....	58
Tabla 31 Plan de incentivos.....	59
Tabla 32 Resultados de auditoría del área de producción.....	59
Tabla 33 Resultados de auditoría del área de almacén.....	60
Tabla 34 Anomalías identificadas en los reactores.....	66
Tabla 35 Tareas de actividades de mantenimiento.....	66
Tabla 36 Plan de inspección, lubricación y ajuste de reactores.....	67
Tabla 37 Plan de inspección, lubricación y ajuste de reactores.....	69
Tabla 38 Planilla de descripción de anomalías.....	75
Tabla 39 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 1.....	76
Tabla 40 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 1.....	76
Tabla 41 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 2.....	76
Tabla 42 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 2.....	77
Tabla 43 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 3.....	77
Tabla 44 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 3.....	77
Tabla 45 Resumen del cálculo del OEE después del TPM del reactor 1.....	78

Tabla 46 Resumen del cálculo del OEE después del TPM del reactor 1	78
Tabla 47 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 2	79
Tabla 48 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 2	79
Tabla 49 Resumen del cálculo del OEE después del TPM del reactor 3	79
Tabla 50 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 3	80
Tabla 51 Cálculo de la productividad	80
Tabla 52 Cantidad de horas paradas antes y después de la mejora	81
Tabla 53 Cálculo de reprocesos	82
Tabla 54 Cálculo de reprocesos	84
Tabla 55 Cálculo de fases de 5S.....	84
Tabla 56 Cálculo de costos de propuesta de aplicación del TPM	85
Tabla 57 Costo de contratar al equipo TPM.....	85
Tabla 58 Costo de repuestos de mantenimiento.....	86
Tabla 59 Costo de insumos de mantenimiento.....	86
Tabla 60 Total de inversión.....	87
Tabla 61 Total de inversión.....	87
Tabla 62 Ahorro generado por reducción de ventas perdidas	88
Tabla 63 Ahorro generado por reducción de reprocesos.....	88
Tabla 64 Ahorro generado por reducción de paradas de máquina por avería	89
Tabla 65 Total de ingresos generados	89
Tabla 66 Costos para mantener las 5S	90
Tabla 67 Costos para mantener el TPM.....	90
Tabla 68 Costos de contratar equipo TPM de forma anual.....	90
Tabla 69 Flujo de ingresos generados	91
Tabla 70 Flujo de egresos generados	91
Tabla 71 Flujo de caja económico por aplicación de las propuestas de mejora.....	91
Tabla 72 Indicadores económicos	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Principios de Lean Manufacturing.....	3
Figura 2 Pasos de la fase Clasificar o Seiri	5
Figura 3 Pasos de la fase Ordenar o Seiton	6
Figura 4 Pasos de la fase Limpieza o Seiso.....	6
Figura 5 Pasos de la fase Estandarizar o Seiketsu.....	7
Figura 6 Pasos para implementar TPM	8
Figura 7 Organigrama de la empresa en estudio	12
Figura 8 Producto PAA FP.....	14
Figura 9 Foaming Acid Cleaner FP.....	15
Figura 10 Producto DELIMER	16
Figura 11 Diagrama de flujo del proceso	19
Figura 12 Plano de distribución de la empresa en estudio	20
Figura 13 Distribución de gastos por área.....	23
Figura 14 Distribución de productividad mensual-año 2021	26
Figura 15 Distribución de productos defectuosos mensual-año 2021	27
Figura 16 Distribución de fill rate mensual-año 2021	28
Figura 17 Distribución de horas de ausentismo mensual-año 2021	29
Figura 18 Distribución de horas de paradas mensual-año 2021	30
Figura 19 Distribución de reprocesos mensual-año 2021	31
Figura 20 Distribución de reprocesos mensual-año 2021	32
Figura 21 Gráfica de Pareto de problemas	33
Figura 22 Diagrama de Ishikawa de paradas no planificadas	34
Figura 23 Diagrama de Ishikawa de reprocesos.....	35
Figura 24 Pareto de causas raíces.....	37
Figura 24 Metodología de Solución	40
Figura 25 Temario de 5S.....	41
Figura 27 Organigrama de 5S	42
Figura 28 Cronograma de propuesta de aplicación de las 5S.....	42
Figura 29 Recipientes desordenados	43
Figura 30 Pallets fuera de su lugar	43
Figura 31 Cilindros y bidones fuera de su lugar	43
Figura 32 Presencia de fugas y aciagos.....	44
Figura 33 Gráfica radial de la auditoría de producción.....	45
Figura 34 Gráfica radial de la auditoría de almacén	46
Figura 35 Diseño de tarjeta roja	46
Figura 36 Superficie liberada por área	48
Figura 37 Distribución ABC del almacén (Zona 2)	50
Figura 38 Rotulado de estantes	50
Figura 39 Uso de pintura amarilla.....	51
Figura 40 Identificación de FS y LDA del Montacarga.....	51
Figura 41 Identificación de FS y LDA del Rack.....	52
Figura 42 Zona de riesgos de limpieza- Montacarga	52
Figura 43 Zona de riesgos de limpieza- Rack	53
Figura 44 Lección de un punto- Limpieza de cilindros.....	53
Figura 45 Hoja de elemento innecesario	54

Figura 46 Mapa de limpieza y responsables	56
Figura 47 Procedimiento de limpieza.....	56
Figura 48 Gráfica radial de la auditoría de producción- Post 5S	59
Figura 49 Gráfica radial de la auditoría de almacén	60
Figura 50 Organización del equipo TPM.....	62
Figura 51 Política de TPM	62
Figura 52 Cronograma de actividades del TPM.....	63
Figura 53 Diseño de Tarjeta Azul	64
Figura 54 Llenado de Tarjeta Azul- Frontal.....	64
Figura 55 Llenado de Tarjeta Azul- Reverso	65
Figura 56 Diseño de Tarjeta Roja	65
Figura 57 Antes y después del reactor	68
Figura 58 Codificación de máquinas.....	68
Figura 59 Ficha técnica del Reactor	69
Figura 60 Check list de toma de puesto del Reactor	70
Figura 61 Leyenda de <i>check list</i> de toma de puesto	71
Figura 62 Registro de trabajo	72
Figura 63 Registro de mantenimiento	73
Figura 64 Gamas de inspección y limpieza del Reactor	74
Figura 65 Leyenda de <i>check list</i> de toma de puesto	74
Figura 66 OEE inicial del reactor 1.....	75
Figura 67 Comparativo de productividad.....	81
Figura 68 Distribución de horas de paradas mensual-año 2021 y 2022.....	82
Figura 69 Distribución de reprocesos mensual-año 2021 y 2022	83

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Diagrama de 5 Porqués.....	100
Anexo 2 Criterio de priorización de causas.....	101
Anexo 3 Matriz FACTIS.....	102
Anexo 4 Formato de Auditoría.....	103
Anexo 5 Auditoría de producción	104
Anexo 6 Auditoría de almacén.....	105
Anexo 7 Manual de limpieza	106
Anexo 8 Plan de mantenimiento del reactor	107
Anexo 9 Control de check list.....	108
Anexo 10 Costo detallado de las 5S.....	109
Anexo 11 Cálculo del COK	110



INTRODUCCIÓN

El contexto actual, que atraviesa el mundo, post la era COVID, ha desencadenado una velocidad mayor para la innovación y desarrollo de nuevas metodologías de mejora continua, que busca la reducción de costos, esto hace que cada vez los mercados se vuelvan más competitivos y demanden mejores productos en menos tiempo y con mayor calidad, siendo esta la razón para el desarrollo de la tesis.

En el capítulo inicial se muestra las definiciones de manufactura esbelta, contando su historia y nacimiento a través de los años, también se explica cada fase de la metodología 5S y los pilares principales del TPM, donde se describe al indicador OEE, en sus tres componentes

Dentro del segundo capítulo se muestra a la compañía, los principales productos, procesos, diagramas de operaciones, distribución de planta, materia prima que emplea, principales proveedores, principales clientes, así como las métricas actuales que emplean dentro de sus operaciones.

Por otro lado, en el tercer capítulo se narra la problemática de la empresa, siendo esta la baja productividad, además se muestran otros indicadores como son los reprocesos, tiempos de avería, productos defectos, tiempos de calibración, entre otros. Además, se emplea las herramientas de calidad, para identificar las principales causas y priorizarlas para posteriormente ser atacadas con las herramientas de manufactura esbelta.

Dentro del capítulo cuarto, se evalúa las principales herramientas que dan solución a las causas identificadas, también se presenta la metodología a seguir para combinar tanto el 5S como el TPM de forma conjunta.

En el capítulo 5, se muestran las fases del desarrollo de las 5S, clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina, luego, se procede a implementar los 2 pilares del TPM, los cuales son Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado.

Para concluir, se realiza la evaluación económica del proyecto, para demostrar la viabilidad del mismo, se evalúa los criterios de la tasa interna de retorno (TIR), costo de oportunidad (COK) y valor presente neto (VAN).

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En este acápite se narran los conceptos y definiciones tanto de *Lean Manufacturing* como de las herramientas 5S, TPM y Poka Yoke.

1.1. Manufactura Esbelta

1.1.1. Definición

Desde la década de 1990, el *Lean Manufacturing* o Manufactura Esbelta ha sido muy empleado en el ámbito de manufactura y la mejora continua, sin embargo, siempre ha tenido una relación difícil con los sistemas a través de los cuales las organizaciones tradicionalmente controlaban su desempeño.

La definición del *Lean Manufacturing* es “fabricar sin residuos”. Los residuos tienen muchas formas. El material, el tiempo, el equipo inactivo y el inventario son ejemplos. La mayoría de las empresas desperdician entre el 70 y el 90% de sus recursos disponibles. Incluso los mejores fabricantes de productos lean probablemente desperdicien un 30% (Lee, 2008).

1.1.2. Principios

Los principios son identificar el valor, crear el mapa de valor, crear el flujo de trabajo, implementar el pull o jale de la demanda y finalmente la búsqueda de la perfección, tal como se muestra en la figura 1 (Singh y Singh, 2018).

Identificar el valor, se refiere a conocer y hallar que es lo que el cliente requiere y necesita realmente que cosa le es útil.

Mapa de valor, es conocer que se necesita para brindar el valor identificado en el principio número uno, es decir la secuencia de operación y actividad, todo esto se realiza con la finalidad de no incurrir en actividades que no generen valor.

Crear el flujo, luego el tercer principio debe ejecutar a posteriori se ejecute la identificación del valor, corresponde a que el proceso fluya sin interrupciones, sin actividades que no generen algún valor añadido ni desperdicios dentro de los procesos.

Implementar el pull, el cuarto principio se refiere a que el cliente debe jalar la demanda, para que no se provoque la acumulación del inventario, este principio hace acorde al pilar del Justo a Tiempo (JIT).

Búsqueda de la perfección, esto se refiere a mantener un círculo virtuoso, el cual siempre trate de lograr la mejora continua y perfección, donde no existan desperdicios y todo fluya sin inconvenientes.

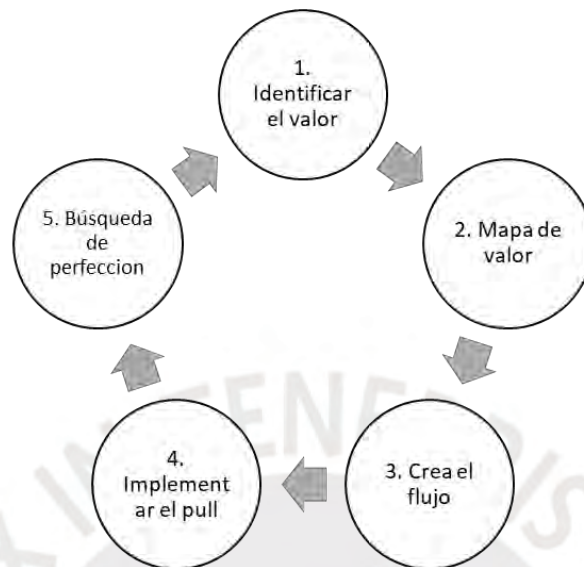


Figura 1 Principios de Lean Manufacturing

Fuente: Singh y Singh (2018)

1.1.3. Desperdicios

Los siete tipos de pérdidas definidas son: sobreproducción, espera, transporte, procesamiento innecesario, existencias innecesarias, movimientos y defectos. Siguiendo este punto de vista, a las siete pérdidas se sumó una octava pérdida respaldada por la filosofía de Toyota: detener la creatividad de los empleados. La producción ajustada busca minimizar esfuerzos para fabricar los medios de producción (herramientas, dispositivos, verificadores, etc.), la mitad de las horas programadas y estandarizadas, por lo que el desarrollo de un nuevo producto requiere la mitad del tiempo determinado en la variante clásica (Boeriu y Canja, 2022). Para Rajadell (2021), existe 7 + 1 desperdicios, los cuales se mencionan en las siguientes líneas.

Espera, se refiere a la latencia que produce los procesos, cuando la materia prima no llega a tiempo, o incluso en empresas de servicios, se puede representar esto con la latencia de la información; incluso la latencia que tiene el consumidor final, al no llegar su producto puesto en fábrica. En el caso de los movimientos innecesarios, el autor manifiesta que dichas actividades son ejecutadas por los colaboradores de la empresa, mas no generan algún valor de cara al cliente, esto puede ocasionar que se tenga esfuerzo innecesario como búsqueda de objetos los cuales merman la productividad.

Transporte, se refiere al desplazamiento innecesario de los equipos de trabajo o materiales, debido incluso al diseño de planta mal distribuido, o simplemente por no seguir una secuencia de trabajo

colaborativo. El sobre procesamiento, también se menciona a este desperdicio, como el trabajo en exceso que no aporta valor, o incluso aporta un sobre valor, o simplemente cuando se agrega funcionalidades que este no requiere.

Sobreproducción, es considerado el desperdicio más perjudicial dentro de la gama de desperdicios, debido a que la producción en exceso conlleva a generar los otros desperdicios, desde mayor inventario lo cual provoca sobre costos y esfuerzo innecesario de supervisión y aumento de la necesidad de gestión.

Inventario innecesario, el autor se refiere al material tanto en materia prima o incluso en producto en proceso o final, el cual es producido a sobre manera, incurriendo en un exceso de lo que el cliente necesita.

Defectos, estos productos, define el autor, que son consecuencia de los errores del recurso humano, es decir no son conformes por el departamento de calidad, ocasionando una merma de la productividad.

Recurso Humano mal utilizado, se refiere a la falla que tiene la empresa, pues no ha realizado la capacitación adecuada a sus colaboradores y esto trae en perjuicio en la detección de fallas, aparición de re procesos entre otras actividades que no generen valor.

1.2.Herramientas de Manufactura Esbelta

1.2.1. Metodología 5S

Singh y Singh (2021), amplían el concepto de las 5s a una mejora en la cultura que abarca términos como limpieza y estandarización de procesos. Estas se explican de la siguiente manera:

1.2.1.1. Primera S: Clasificar o Seiri

Comienza con identificar los objetos alrededor de la fábrica, tanto materiales, documentación, para proceder con su respectiva clasificación, se debe discrepar de lo que sirve de lo que no sirve (Singh y Singh ,2021).

Además, en esta fase se busca descartar lo que no sirve, es decir los elementos necesarios o no necesarios para la producción y actividades en el lugar de trabajo. Esto se efectúa mediante la selección de los elementos que no están usados y serán eliminados o los bienes aún serán reutilizados nuevamente (Rizkya, Syahputri, Sari y Siregar, 2019).

Otro elemento empleado en esta fase, es el uso de tarjetas rojas, cuya función sirve para alertar y mostrar que se realizará con dicho objetivo, se puede incluir la eliminación, separación, venta o

incluso reparación de dicho elemento (Socconini, 2020). En la figura 2 se encuentra un conjunto de pasos para la fase clasificar.

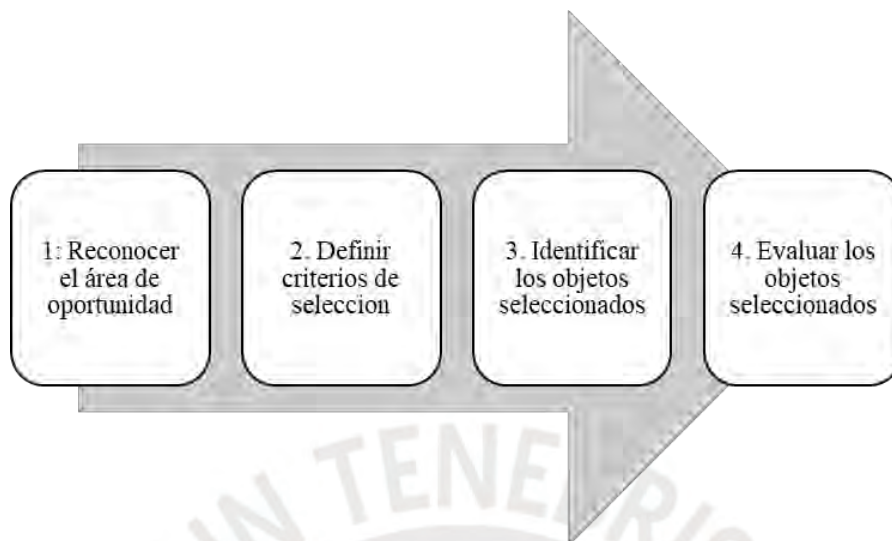


Figura 2 Pasos de la fase Clasificar o Seiri

Fuente: Socconini (2019)

1.2.1.2. Segunda S: Ordenar o Seiton

Seiton 2S (enderezado/ajustado en orden): Busca implementar una planta ordenada, además de minimizar traslados y reprocesos que se den por búsqueda de herramientas (Singh y Singh, 2021).

Seiton (Poner en Orden), es una actividad de ajuste y marcado de los bienes requeridos y colocación de los artículos en una ubicación fija y accesible para apoyar las actividades de producción. Todo lo necesario para hacer el trabajo debe colocarse para facilitar el acceso. Todo lo usado, cada herramienta, cada imagen utilizada para el trabajo debe ser un lugar de almacenamiento claro. La fase de Ordenar sirve para facilitar el proceso de búsqueda de herramientas o bienes cuando sea necesario. La facilidad para encontrar las herramientas o elementos necesarios es un paso importante para implementar 5S (Rizkya et al., 2019). También se debe priorizar la frecuencia de uso y la proximidad del alcance de los objetos, de esta manera se puede guardar los objetos en un lugar adecuado, esto apoya en cuanto a la productividad (Socconini, 2020). En la figura 3 se aprecia los pasos de la fase ordenar.

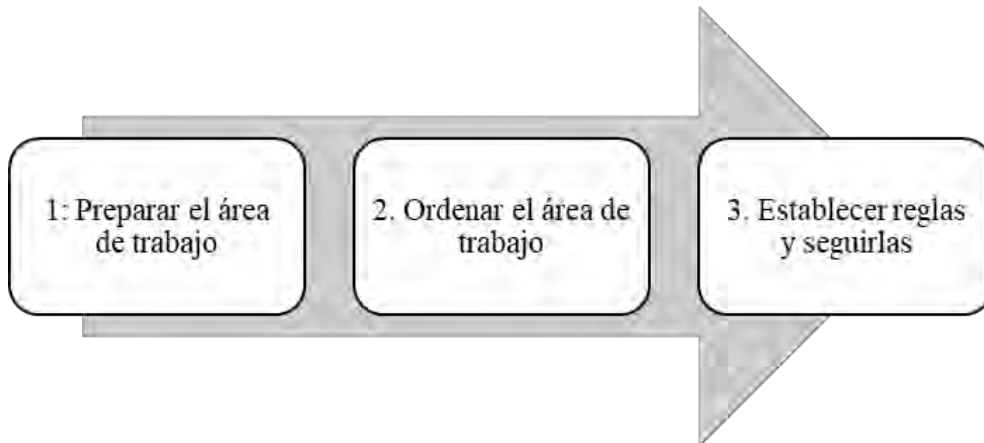


Figura 3 Pasos de la fase Ordenar o Seiton

Fuente: Socconini (2019)

1.2.1.3. Tercera S: Limpieza o Seiso

Esta etapa busca más allá de la limpieza, busca la inspección y se relaciona mucho con una prevención del mantenimiento (Singh y Singh ,2021). Además, se debe inspeccionar todo el equipo, se necesita un equipo de limpieza que se ocupe de esta labor de forma semanal, y organizar dicho el equipo por áreas. Incluso, se debe asegurar de que la limpieza del piso del taller y del piso de trabajo. Para implementar este programa, no se distingue cada sección y todos los operadores en la empresa están obligados a implementarlo (Rizkya et al., 2019). Las actividades requeridas por todos los operadores incluyen la limpieza del piso, limpieza del área alrededor de equipos y máquinas e inclusive los colaboradores deben de reportar posibles peligros y riesgos (Socconini, 2020). En la figura 4 se aprecia los pasos de la fase limpieza.



Figura 4 Pasos de la fase Limpieza o Seiso

Fuente: Socconini (2019)

1.2.1.4. Cuarta S: Estandarización o Seiketsu

Seiketsu 4S (estandarización): Seiketsu significa establecer un estándar máximo que debe alcanzarse mediante la práctica del proceso de fabricación. La calificación de Seiketsu se puede encontrar calculando el promedio de las tres S anteriores, ya que el estándar de cualquier sistema aumentará y/o disminuirá según la tasa media según los factores (Singh y Singh ,2021).

Seiketsu (Estandarizar), es una actividad para realizar tareas como clasificar, estabilizar, aplicar limpieza e implementarlo consistentemente. Las empresas necesitan aplicar 5S por acuerdo de todos los operadores, por lo que el acuerdo se convierte en una regla legítima, que es todo operador debe obedecer la regulación. Además, Seiketsu es un sistema para mantener un proceso de estandarización. Seiketsu se puede implementar en un siguiendo los 3 pasos que son proporcionar instrucciones estrictas sobre limpieza a todo el equipo, mantener el hábito de verificar el progreso de la limpieza, crear una hoja de auditoría para asegurar la limpieza (Rizkya et al., 2019). En la figura 5 se aprecia los pasos de la fase estandarizar.

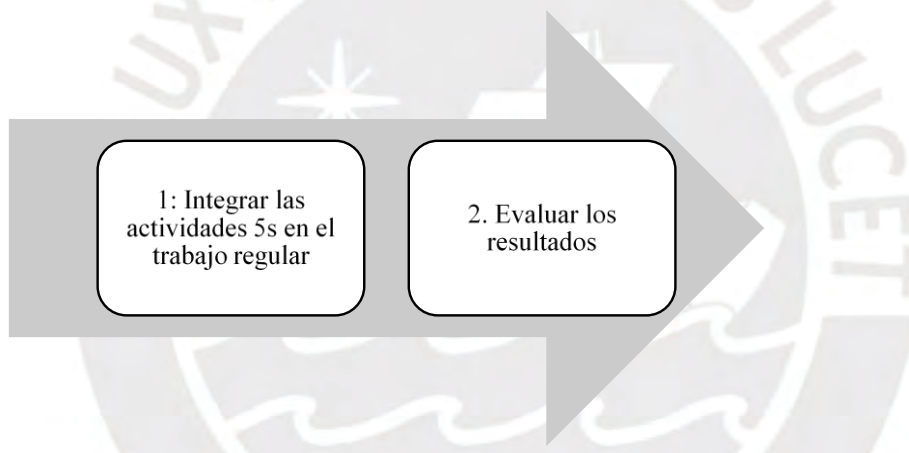


Figura 5 Pasos de la fase Estandarizar o Seiketsu

Fuente: Socconini (2019)

1.2.1.5. Quinta S: Disciplina o Shitsuke

5S Shitsuke (Disciplina): Shitsuke busca mejorar en la cultura y que las operaciones se realicen con naturalidad, esto se logra siguiendo instrucciones adecuadas del funcionamiento como procedimientos y con bastante capacitación (Singh y Singh ,2021).

Shitsuke (Disciplina), es una autodisciplina de 5S, cada operador responde acorde con la cultura de su empresa y debe ser llevado a cabo continuamente en el manejo del trabajo. Se busca hacer de la filosofía 5S una forma de vida y la organización puede apreciar el logro desde el lado de la finalización del pedido del cliente o el aumento de pedidos entrantes y completado a tiempo. Para implementar Shitsuke se empieza con elegir un líder para que este asuma la responsabilidad de

llevar a cabo el programa 5S y el personal debe estar ansioso para adoptar la técnica 5S (Rizkya et al., 2019).

1.2.2. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Para Khalfallah, y Lakhal (2021) se define como las prácticas destinadas a maximizar la eficacia del equipo mediante el uso de técnicas de optimización del mantenimiento y el mantenimiento predictivo y preventivo total planificado del equipo. Se basa en la noción de “cero pérdidas”, es decir, cero accidentes, cero averías y cero defectos. Por lo tanto, el TPM ayuda a lograr un alto nivel de disponibilidad de equipos.

También se entiende como tener todos los equipos en óptimas condiciones, con los colaboradores trabajando de forma continua, segura y sincronizada (Tondato y Gonçalves, 2013).

El mantenimiento del equipo es a menudo reactivo, interviniendo para repararlo después de una falla, pero la adopción de medidas específicas de TPM en el contexto de la fabricación de manufactura tiene una perspectiva sobre el mantenimiento de equipos, porque aplica un enfoque proactivo, realizando actividades de mantenimiento preventivo de equipos (Patil y Raut, 2019).

1.2.2.1. Pasos para implementar TPM

La primera implementación del concepto TPM tuvo lugar en 1961, por parte de Nippondenso, que es uno de las empresas más grandes de Japón, que produce componentes para la industria automotriz, pero el concepto comenzó con la introducción del mantenimiento preventivo en Japón en 1951. TPM trabaja sobre la base de tres principios de prevención, según la figura 6 son revisiones técnicas periódicas, identificar las fallas a tiempo y pronta intervención ante estas fallas (Gherghea, Bungau, Indre, y Negrau, 2021). En la figura 6 se aprecian la secuencia de procesos para implementar el TPM.



Figura 6 Pasos para implementar TPM

Fuente: Gherghea et al. (2021)

1.2.2.2. Pilares del TPM

Para Drewniak (2022), los pilares del TPM son los siguientes:

Kobetsu Kaizen o mejoras enfocadas: el cual se enfoca en encontrar todas las pérdidas en la máquina para establecer un posterior plan de mejora continua.

Jishu Hozen o Mantenimiento Autónomo, en este pilar se busca el entrenamiento del operario para que necesite cada vez menos de los mecánicos, así se pierde menos tiempo.

Mantenimiento de averías, este mantenimiento, se ejecuta cuando falla alguna pieza, se puede relacionar a un reactivo, pero a diferencia de este, se tiene previamente medido el impacto y costo.

Mantenimiento Preventivo o Planificado, en este pilar se anticipa los posibles fallos de máquina, para esto se crea procedimientos y planes de mantenimiento.

Educación y entrenamiento, sirve para entrenar a los operarios y mecánicos en las actividades de mantenimiento.

Mantenimiento de calidad, busca, así como el control de calidad, el mínimo de defectos, pero se orienta más a los defectos derivados por mala manipulación o falla de máquina.

TPM en la oficina, ligado al tema administrativo, enfocado en equipos que usan los oficinistas.

Gestión de la seguridad en el trabajo y protección del medio ambiente, busca que prime la seguridad en la planta, dentro del uso y manipulación de la maquinaria.

1.2.2.3. OEE: Efectividad global de equipos

Según Almeanazal (2010) el OEE, el significado es efectividad global de equipos, este indicador es el más usado dentro de la implementación del Mantenimiento Productivo Total, relaciona la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

1.2.2.4. Tipos de pérdida

En el proceso de mantenimiento de los equipos se identifican 6 tipos de pérdida, que se integran en OEE, los cuales son las pérdidas por avería, el tiempo de instalación y ajuste, el despilfarro de velocidad, paradas menores, defectos y retrabajos y defectos de calidad (Almeanazal, 2010)

1.2.2.5. Cálculo del OEE

Se conoce que este indicador debe estar al ochenta y cinco por ciento, para ser de clase mundial, lastimosamente, la realidad de las fábricas es que no oscila entre cuarenta y sesenta por ciento. Aumentar el valor OEE tiene un impacto positivo en la productividad, trayendo consigo múltiples beneficios en los procesos de fabricación de la siguiente manera: rápido ROI (Return Of

Investment) para equipos tecnológicos; identificación de problemas del proceso de producción y prevención causados por desperdicios; también busca aumentar la reputación de la empresa; finalmente planea reducir costos de mantenimiento de equipos, máquina y herramienta gracias al mantenimiento preventivo (Gherghea, et al., 2021).

Para medir el OEE, se identifican y miden los siguientes factores clave:

Tasa de disponibilidad

Disponibilidad = (tiempo de ejecución) / (tiempo de producción previsto)

Dónde:

- El tiempo de ejecución es el tiempo de producción planificado del cual se deducen los tiempos en que el equipo se detuvo (paradas planificadas: cambios en el proceso de producción o cambios de paradas no planificadas, ajustes de máquina/equipo).
- El tiempo de producción planificado es el tiempo total que el equipo espera para producir.

Tiempo de ejecución = tiempo producción planificado – tiempo de inactividad

Dónde:

- El tiempo de inactividad representa el tiempo asignado al proceso de fabricación en el que la máquina/el equipo no está en condiciones de funcionar.

Tasa de rendimiento

Rendimiento = (ciclo de tiempo ideal X cantidad total de piezas elaboradas) / (Tiempo de trabajo)

Tasa de calidad

Calidad = (cantidad total de piezas de calidad) / (cantidad total de piezas fabricadas)

Después de obtener los 3 valores anteriores, se puede obtener OEE utilizando la siguiente fórmula:

OEE= Disponibilidad x Rendimiento x Calidad

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Aquí se presente a la empresa, los productos que esta produce, se presenta a los clientes, el organigrama y los principales procesos. Además, se muestra el diagnóstico identificando el principal problema que acarrea la compañía, así como el uso de herramientas de calidad para identificar las principales causas.

2.1. Descripción de la empresa

2.1.1. Sector y actividad económica

La institución forma parte del rubro industrial, siendo la producción de productos de limpieza industrial su principal línea de negocio. Pertenecer a la actividad económica sección C, división 20, grupo 202, clase 2029 según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme presentada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, (INEI, 2010).

Además, la compañía tiene una sede ubicada en Norte América, dicha casa matriz tiene una antigüedad de más de sesenta años; por otro lado, tiene presencia en todos los continentes. En lo que respecta a la inversión en la investigación, donde crea y vende productos químicos bio seguros y prioriza la elaboración ecológica de estos, se debe mencionar que sus líneas de negocio abarcan procesos alimentarios, bioseguridad hospitalaria, mantenimiento industrial, entre otros.

Cabe resaltar que la compañía ubicada en la nación, tiene un riguroso protocolo en lo que respecta a normas internacionales de calidad, siendo la creación de productos la prioridad en cuanto a materia prima bio degradable.

Además, pertenece al Registro Nacional de Proveedores, es decir, tiene habilitada la opción a licitar con el Gobierno Peruano.

2.1.2. Empresa en estudio

La empresa presenta la estructura organizacional, detallada en la figura 7.

En primer lugar, se tiene a la Gerencia General, quien es el responsable de dirigir a la compañía para lograr cumplir los indicadores macros y objetivos de mayor impacto, tiene a su cargo todas las gerencias.

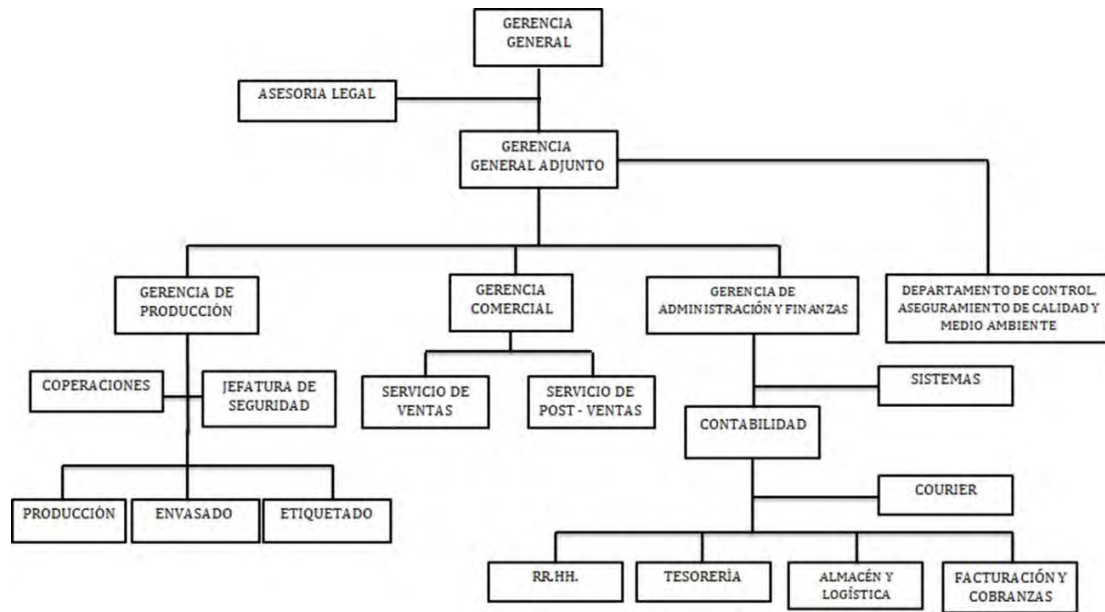


Figura 7 Organigrama de la empresa en estudio

Fuente: Elaboración propia

Asesoría Legal, realiza los contratos, procedimientos legales con los clientes, proveedores, así como la adquisición de nuevos negocios, en lo que respecta a la gestión de los trámites administrativos y notariales.

Aseguramiento y Control de Calidad, es el responsable de verificar la materia prima, además de los productos, es decir, el producto terminado, por medio de ensayos físico químicos. También se encarga de elaborar fichas de seguridad y certificados de análisis.

Administración y Finanzas, gestiona los recursos administrativos y financieros, contabilidad le reporta, además tiene a su cargo el área de Sistemas, la cual es responsable de las Tecnologías de Información y otros recursos tecnológicos para la empresa. También tiene a logística, quien hace las compras, almacenamiento y abastecimiento de los insumos que requiere la Gerencia de Producción.

La Gerencia Comercial, debe de gestionar las ventas, así como estimar la demanda de clientes, elaborar los pronósticos de ventas, gestionar y fidelizar a los clientes para obtener una satisfacción alta en lo que respecta al consumo del producto.

Por último, se tiene a la Gerencia de Producción, la cual se encarga de la administración de todos los recursos operativos y máquinas de la compañía, esto con el fin de cumplir lo planificado en la manufactura, asegurando las condiciones de calidad, seguridad y eficiencia de recursos.

2.1.3. Lineamiento Organizacional

Dentro de los lineamientos organizacionales tenemos la cultura, la misión, visión de la empresa, los cuales son cumplidos a cabalidad por cada uno de sus empleados y hacen que la empresa pueda brindar el mejor valor para sus clientes.

Cultura de la empresa

Dentro de la cultura de la empresa, se promueve la seguridad, la fortaleza y fortuna de todos los trabajadores, esto ha creado un ambiente de trabajo agradable, además de producir productos químicos de alta calidad, siendo la única que realiza esta labor en el territorio nacional.

Misión

La empresa en estudio busca promover el uso de químicos eficientes, de bajo precio, priorizando la seguridad, sin que se tenga problemas con el medio ambiente ni tampoco con productos tóxicos que dañen a los seres humanos.

Visión

La empresa busca ser el líder dentro de la nación, por debe buscar ofrecer procesos de alta calidad, así como operaciones seguras.

Valores de la empresa

La empresa para tener sus objetivos cumplidos, realiza estrategias para logra el mejor cumplimiento de estos, a consecuencia de estas directrices ha obtenido los mejores resultados, los cuales se apoyan en los siguientes valores:

El primer valor que la empresa posee es la integridad, donde busca actuar de forma honesta y que su mensaje de productos ecológicos y que no son tóxicos sean reales.

Otro valor que fomenta la empresa es el trabajo en equipo, donde cada uno de los colaboradores mantiene un ritmo de trabajo constante apoyando al otro de la misma manera en que quiere ser apoyado, esto fomenta siempre el trabajo apuntando hacia un mismo horizonte.

El tercer valor que promueve la empresa es el liderazgo, el cual se aprecia desde los altos directivos bajando por los gerentes y jefes de área, esto sin perder el respeto por el prójimo y efectuado no solo en beneficio de la empresa sino en el trabajador.

Por último, se tiene a la mejora continua, pues es lo que la empresa busca instaurar en su ADN, para conseguir ser una empresa de clase mundial.

2.1.4. Productos

La principal línea de negocio de productos de limpieza se clasifica en procesos alimentarios, agroindustrial, protección vehicular y PDI, mantenimiento industrial, hogar, bioseguridad hospitalaria e institucional. Dichos productos siguen normas internacionales de producción y control de calidad, a su vez, toda la materia prima empleada para la elaboración está homologada y es adquirida de proveedores certificados.

La compañía adquiere como insumos a químicos, prestaciones de envases y cartones, los cuales son empleados dentro de sus operaciones para luego de convertirlos en productos que posteriormente serán vendidos y generan utilidad para la empresa. Dentro de la división de productos se encuentran los productos de limpieza industrial y los accesorios de limpieza, estos últimos son producidos por una empresa tercerizada.

Dentro de la línea Agro industrial, se busca que los productos logren una limpieza y desinfección de todos los espacios agroindustriales, desde que inicia la materia prima hasta lograr tener un producto terminados, se cumplen todos los estándares solicitados y exigidos por leyes y normas; además se busca desarrollar un producto eficiente e innovador que soluciones problemas dentro del proceso de empaque, sobre todo en frutas.

El producto principal que elabora la empresa la línea Agro industrial es el PAA FP, mejor conocido como ácido peracético (ver figura 8), este producto es un desinfectante líquido que es una mezcla entre ácido acético y peróxido de hidrógeno, sirve para suministrar efectividad sobre un extenso espectro de microorganismos.



Figura 8 Producto PAA FP

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la línea de procesos alimentarios, se tiene los productos enfocados en industrias de aves, cerdos, bovinos, sacrificios de animales, procesadoras de frutas y verduras, entre otras. Se busca que estas plantas se encuentren saneadas y desinfectadas, se promueve que los productos biodegradables sean de calidad superior.

Asimismo, el producto más representativo en esta línea de negocio es el Foaming Acid Cleaner FP (ver figura 9), este producto, concentrado a base de ácido fosfórico de alto rendimiento, está específicamente formulado y potenciado con espumantes altos.



Figura 9 Foaming Acid Cleaner FP

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las líneas de mantenimiento industrial, minería y petróleo, se busca presentar unidades tanto ecológicas, eficientes y biodegradables, para que de esta manera no se perjudique el medio ambiente por su uso. Estos productos con altos estándares de calidad buscan eliminar agentes biológicos, físicos y químicos en las industrias marinas, de petróleo, transporte, parque automotriz, entre otras industrias pesadas. Destacan desengrasantes a base de H₂O, solventes ácidos, alcalinos, entre otros.

El producto más representativo es el DELIMER (ver figura 10), el cual es un producto que sirve para remover partículas de cemento, concreto, aguas duras y depósitos de minerales en varias superficies de ácido resistentes.



Figura 10 Producto DELIMER

Fuente: Elaboración propia

2.1.5. Proveedores

Para el caso de la adquisición de insumos la empresa requiere de diversos proveedores, los cuales se caracterizan por brindar los mejores productos, dentro de los principales proveedores se puede mencionar a Abadía, Afne, Aqciatex, Bayer, Brenntag, Glucom, Línea Plástica, Lubcom, Pegaquim, Unitrade, Vicco, IXOM, Prochem, entre otros.

2.1.6. Clientes

La clasificación de clientes es definida dentro de tres segmentos los cuales son clientes grandes, pequeños e internos.

Los clientes grandes, son denominados así pues compran de forma mayorista, es decir cantidades superiores a los 100 litros de forma mínima cada mes, algunos son los siguientes Eulen, Fluid Service, San Fernando S.A, Ganadera Santa Elena, Limtek, Avocado Packing, OL, SLA, Redondos y Aib Chincha.

Dentro de la categoría de clientes pequeños, se considera entre 1 y 100 litros la compra en un periodo de un mes, algunos de estos clientes son Abbot, APM Callao, Brayan, Del Ande, Agrícola Cierra Prieto, Brocal, Agrokaasa, APM Trujillo, Derco, AVS, Bimbo, entre otros.

Por último, en la categoría de clientes internos, se encuentren los que pertenecen a la empresa, donde están los colaboradores que busquen comprar los productos, donde, además, se les brinda un descuento y beneficios.

Para finalizar, se menciona que la empresa se encuentra homologada con SGS, CORPORACIÓN, HODELPE, DIGESA, MEGA, entre otros, esto se realizara para satisfacer al cliente, quien pide recibir altos estándares de calidad.

2.1.7. Maquinaria

La empresa cuenta con las maquinarias que se muestran en la tabla 1.

2.1.8. Procesos de Producción

Dentro de los principales procesos de producción se tiene lo siguiente:

El primer proceso es la recepción de la materia prima, que es cuando reciben los insumos químicos, los cuales son entregados por los proveedores, luego procede a la inspección por calidad, la cual consiste en revisar los insumos, donde se compara con los estándares requeridos, luego los productos podrían ser rechazados si es que no cumplen dichos estándares, si estos son aprobados, se procede a ingresarlos al almacén, los cuales posteriormente son solicitados por producción.

El segundo proceso es la separación y pesado de materia prima, la cual consiste en separar, clasificar y pesar los insumos químicos requeridos.

El tercer proceso es el ingreso a la producción, donde se aplican los solventes necesarios y el agua, también a su vez, se debe revisar los reactores, la cual consiste en preparar la maquinaria para su funcionamiento.

Tabla 1 Lista de máquinas en la empresa

N°	Descripción	Cantidad
1	Tanque de acero	1
2	Balanza electrónica 600 KG	1
3	Balanza 2 KG	1
4	Balanza de precisión 1G * 30KG	1
5	Balanza digital portátil Marca HAND FREE	1
6	Balanza electrónica industrial marca HAND FREE	1
7	Compresora 3 HP	1
8	Equipo de trasplante manual	1
9	Motor Trifásico 4 HP	1
10	Balanza digital marca A OHAUS 600GR	1
11	STRAPPER	1
12	Mesa Giratoria	1
17	MAQDEPOT	1
18	Tablero de control	1
19	Balanza 1 TN PATRICK 3 PANTALLAS 1X1 MT	2
20	Equipo Codificador CODEBOX 3	1

21	Faja transportadora de acero inoxidable	1
22	Base de equipo purificador de agua	1
23	Transpaleta manual modeloCT25L CON RUEDA TÁNDEM	1
24	Balanza industrial -PESATEC	1
25	Carretilla HID	1
26	Transpaleta manual	1
27	Sistema lava ojos/ manos	1
28	Balanza Electrónica	3
31	Montacarga	1
32	Instalación de medidor	1
33	Transpaleta Manual	2
34	Reactor de 200 L	3

El cuarto proceso, es control de calidad del producto terminado para verificar si cumplen los estándares requeridos, dentro de esta revisión podría existir el rechazo si el producto no cumple con los requisitos; por otro lado, si el producto es aprobado, se retiene una muestra para el registro y liberación de producto.

El quinto proceso es el envasado, donde se envasa el producto en cada una de sus presentaciones.

El sexto proceso es el etiquetado, donde se colocan las etiquetas en el envase del producto terminado de acuerdo a cada presentación.

El séptimo proceso, es el control de calidad de los bienes envasados y etiquetados, donde se realiza un muestreo aleatorio, para verificar si está correcto; en caso de ser rechazado se debe volver a hacer el empaque o el etiquetado; si es aprobado, cumple con los requisitos, el producto se debe retener una muestra para el registro.

El último proceso, es el almacenamiento del producto terminado, donde se mantiene un stock para su posterior venta a los clientes, se considera un stock de seguridad. El diagrama de flujo del proceso se aprecia en la figura 11.

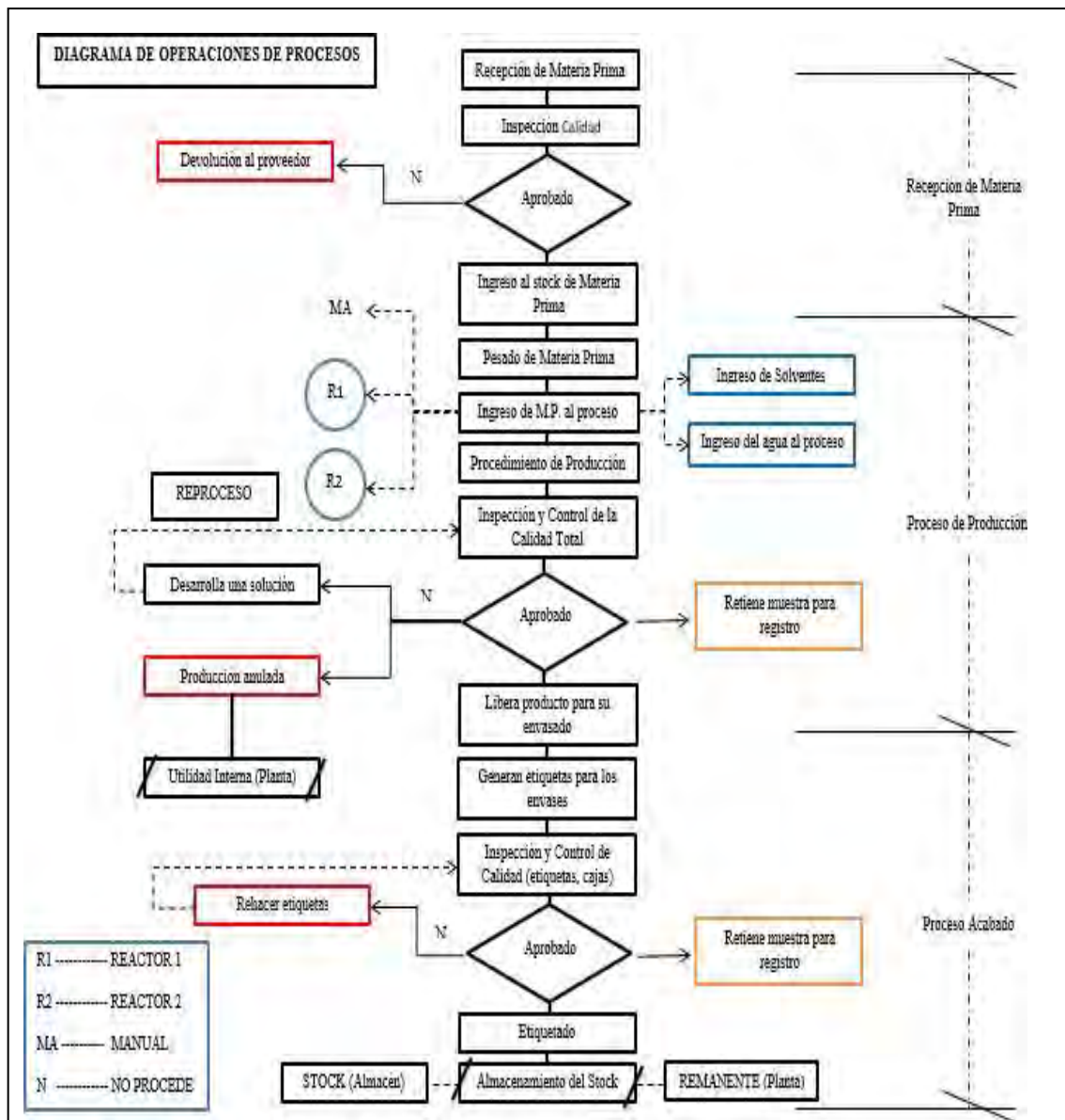


Figura 11 Diagrama de flujo del proceso

Fuente: Elaboración propia

2.1.9. Instalaciones y medios operativos

En la denominada Zona 1, la planta cuenta con un área de etiquetado y envasado de los productos de limpieza tanto industrial, de mantenimiento y el hogar. Además de un área de lavado tanto de los cilindros que se usan como recipiente, como de otros objetos. Por último, se tiene el área de PTAR, donde se guardan algunos insumos necesarios para la mezcla de productos.

En la Zona 2, se encuentra el área de producción de PAA y otros productos, generalmente la línea de producción cambia de acuerdo al producto que se va a preparar, esta zona es íntegramente diseñada para la producción de los productos.

Dentro de la Zona 3, se encuentra el almacén 1, aquí se tiene el área de pesado, también se tiene materia prima y materia prima en proceso alrededor de este almacén, los productos que se almacena aquí son los accesorios de limpieza.

Dentro de la Zona 4, se tiene el almacén 2, almacén 3 y almacén 4, de la misma manera se puede evidenciar tanto la materia prima almacenada. Dentro de estos 3 almacenes se encuentra la línea de detergentes, pues es la más grande de la empresa. En el almacén 2, se tiene la materia prima para procesos alimentarios y agro industriales. Dentro del almacén 3 se tiene protección vehicular y PDI y mantenimiento industrial. Finalmente, el almacén 4, cuenta con materia prima para productos de bioseguridad, hogar y hospitalario.

Finalmente, la empresa cuenta con áreas de oficina, servicios higiénicos, comedor y áreas verdes, además de pasadizos amplios para que el personal pueda trasladarse entre áreas, el detalle se aprecia en la figura 12.



Figura 12 Plano de distribución de la empresa en estudio

2.1.10. Descripción actual de métricas del sistema productivo

Se tiene algunos indicadores los cuales utilizan para dar seguimiento y monitoreo a las operaciones de producción, estos indicadores son utilizados para cuantificar el problema y las causas del capítulo 3.

2.1.10.1. Productividad

Su ecuación relaciona la producción en unidades y el tiempo en horas hombre, siendo su indicador el de unidades/ hora, la fórmula se define en la ecuación 1

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Cantidad de unidades producidas}}{\text{Horas Hombre trabajadas}}$$

2.1.10.2. Productos defectuosos

Este indicador mide el porcentaje (%) de defectuosos y está determinado en base a la producción en unidades y a la cantidad de productos defectuosos, la fórmula se define en la ecuación 2

$$\% \text{ de productos defectuosos} = \frac{\text{Cantidad de productos defectuosos}}{\text{Cantidad de unidades producidas}}$$

2.1.10.3. Fill rate o nivel de servicio

Este indicador logístico mide el desempeño de la empresa en cuanto a la atención de sus pedidos, en la presente investigación el Fill Rate, el lado óptimo de este indicador es del proveedor, está determinado en base al monto de orden de compra recibida (S/) y el monto de orden emitida (S/), la fórmula se define en la ecuación 3.

$$\text{Fill Rate} = \frac{\text{Monto de OC recibida}}{\text{Monto de OC emitida}}$$

2.1.10.4. Productos en reproceso

Este indicador mide el porcentaje (%) de productos en reproceso y está determinado basado en la manufactura en unidades y al número de bienes en reprocesos, la fórmula se define en la ecuación 4.

$$\% \text{ de productos en reproceso} = \frac{\text{Cantidad de productos en reproceso}}{\text{Cantidad de unidades producidas}}$$

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

3.1. Alcance del Diagnóstico

En este apartado se seleccionará el área de aplicación, la línea de negocios, la familia de productos, posteriormente se seleccionará a los productos más representativos.

3.1.1. Selección del área

Actualmente la compañía tiene distribuidos sus gastos operacionales en sus diversas gerencias y áreas las cuales son la Producción, Comercial, Gerencia de Administración y Finanzas (Tesorería y Cobranzas, Sistemas, Logística y RRHH) y Departamento de Control y Aseguramiento de Calidad. El detalle de gastos acumulados se presenta en la tabla 2. Se muestra que el mayor gasto de la empresa, se encuentra dentro del área de producción, esto es porque se concentra la mayor cantidad de operarios, materia prima y maquinaria, los cuales representan un gran gasto para la empresa, le sigue el área comercial, donde se concentra el área de ventas, marketing y presupuesto, en tercer lugar, se tiene a calidad de la empresa la cual se encarga del aseguramiento y control de todos los productos; debido a la ya expuesto el área de producción es en la cual se enfoca la presente investigación. La figura 13, muestra con mayor visibilidad la distribución de gastos por área de la compañía.

Tabla 2 Distribución de gastos por área

Áreas	Gasto Anual	% Gasto
Producción	S/ 3,185,964	48%
Comercial	S/ 1,126,845	17%
Control de Calidad	S/ 1,010,654	15%
Tesorería y cobranzas	S/ 935,661	14%
Logística	S/ 283,373	4%
Sistemas	S/ 41,902	0.6%
RRHH	S/ 24,008	0.4%
Total	S/ 6,608,408	100%

3.1.2. Selección de la línea de negocios

En primer lugar, se muestra las líneas de negocios, se tiene la de procesos alimentarios con mayor relevancia, la cual acumula en los últimos tres años la cantidad de 818, 330 unidades de producción, siendo esto el 70 % del total de unidades producidas, es por eso que es la línea de negocio seleccionada, el detalle se muestra en la tabla 3.

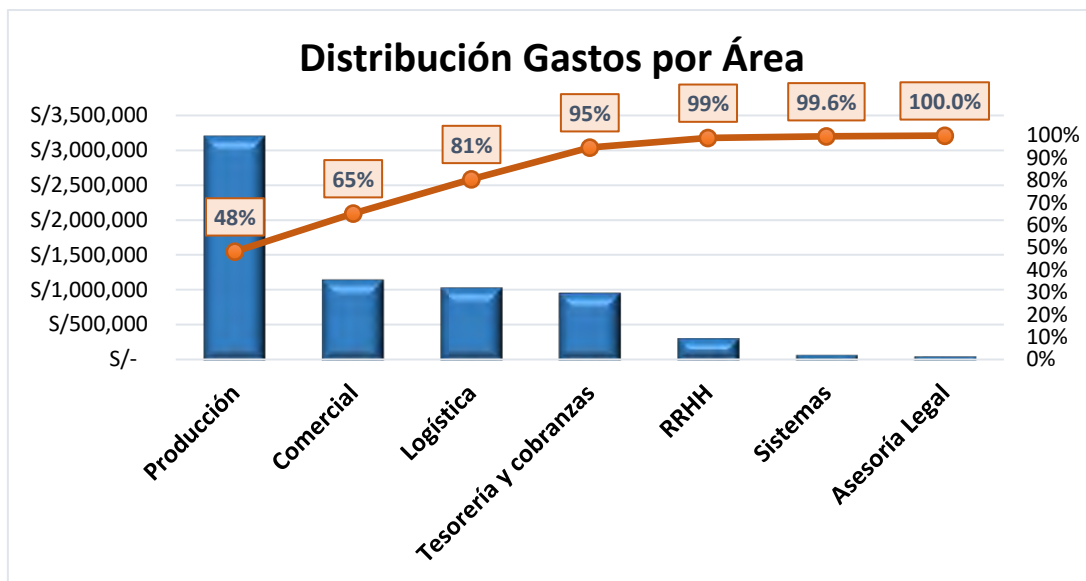


Figura 13 Distribución de gastos por área

Tabla 3 Líneas de negocio de la empresa y su cantidad de producción

Líneas de Negocio	Cantidad de producción (unidad)			Total	% contribución
	2019	2020	2021		
Procesos alimentarios	266,550	272,000	279,780	818,330	70%
Agroindustrial	85,000	8,6000	88,000	25,9000	22%
Protección vehicular	8,200	8,500	8,600	25,300	2%
Mantenimiento industrial	7,500	7,800	8,000	23,300	2%
Hogar	6,000	6,500	6,800	19,300	2%
Bioseguridad hospitalaria	5,000	5,500	6,000	16,500	1%

3.1.3. Selección de la familia de productos

En segundo lugar, se muestra la línea de negocios de procesos alimentarios, la cual será dividida en familias de productos, donde se tienen detergentes, desinfectantes, desengrasantes, acidulante orgánico, desincrustantes, decarbonizantes y removedores de ceras. El detalla se presenta en la tabla 4.

Tabla 4 Familia de productos de la línea de procesos alimentarios

Familia de productos	Agitado	Disolucionado	Mezclado	Agitado	Mezclado	Recircular	Adicionado
Detergentes	x	x	x	x	x		
Desinfectantes	x		x	x			
Desengrasantes	x	x		x		x	
Acidulante orgánico	x	x		x		x	
Desincrustante	x		x				x
Decarbonizante	x		x	x			x

Luego se presenta la cuantía de producción en unidades de cada familia de productos, se puede apreciar que la familia de detergentes es la que tienen un valor 694, 530 unidades en los últimos tres años y representa el 85 % del total, es por eso que es la familia elegida para el análisis. El detalle se ve en la tabla 5.

Tabla 5 Familia de productos de la línea de procesos alimentarios

Procesos alimentarios	Cantidad de producción (unid)			Total	% contribución
	2019	2020	2021		
Detergentes	228,350	231,200	234,980	694,530	85%
Desinfectantes	12,500	13,000	15,000	40,500	5%
Desengrasantes	7,200	7,500	8,000	22,700	3%
Acidulante orgánico	6,500	6,800	7,000	20,300	2%
Desincrustante	5,000	5,500	6,000	16,500	2%
Descarbonizante	4,000	4,500	5,000	13,500	2%
Removedor de ceras	3,000	3,500	3,800	10,300	1%

3.1.4. Selección del producto

Después de haber seleccionado la familia de productos, se muestra la cantidad de producción de los principales productos en los años 2019, 2020 y 2021, se puede ver en la tabla 6 que los tres productos de mayor contribución son el Foaming Acid Cleaner FP, Clean By Peroxy y Hig Acid Cleaner que alcanza 238,000, 179,000 y 134,880 unidades respectivamente durante los últimos tres años y esto representa el 80% del total, es por eso que son los productos elegidos para la mejora.

Tabla 6 Selección del producto estrella

Productos	Cantidad de Producción			Total producción	% de contribución
	2019	2020	2021		
FOAMING ACID CLEANER FP	78,500	79,500	80,000	238,000	34%
CLEAN BY PEROXY	59,500	59,500	60,000	179,000	26%
HIG ACID CLEANER FP	44000	45000	45880	134,880	19%
SURE STEP	3100	3400	3500	10000	1%
ALKA CLEAN BE	3000	3200	3300	9500	1%
FRUIT SO CLEAN CIP	2700	2800	2900	8400	1%
BIO FRUIT FP	2350	2500	2600	7450	1%
SPARCLEAN	2100	2200	2300	6600	1%
WHITE CLEAN FP	2000	2200	2500	6700	1%
GOLDEN GLO FP	1500	1600	1700	4800	1%
ML 100 FP	1300	1400	1500	4200	1%
DM 500 H FP	1100	1300	1400	3800	1%

3.2. Problemática de la empresa

3.2.1. Baja productividad

La baja productividad, no permite cumplir el volumen requerido por el cliente, en los tres últimos años la producción en unidades alcanzada es de 185, 880, mientras que la cantidad demandada es 210, 932 esta brecha de 25, 052, representa un costo de oportunidad por venta perdida que asciende a S/ 250, 520, además se muestra la productividad al año 2021 en la tabla 7. Por otro lado, se tiene que la productividad meta promedio que debería alcanzar la empresa es de 79 unidades por hora y se puede apreciar que salvo en el mes de julio y noviembre, la empresa presenta una productividad menor, el detalle se ve en la figura 14.

Tabla 7 Cálculo de la productividad

Mes	Vol. requerido (unid.)	Producción (unid.)	Tiempo H-H	Productividad (unid. / H-H)	Costo Oportunidad Venta (S/)	Pérdida Total Baja Product. (S/)	Productividad meta promedio (unid. / H-H)
Ene	16,830	14,013	226	62	S/ 28,170	S/ 28,170	79
Feb	14,502	14,402	215	67	S/ 1,000	S/ 1,000	79
Mar	12,460	11,414	226	51	S/ 10,460	S/ 10,460	79
Abr	18,050	15,806	208	76	S/ 22,440	S/ 22,440	79
May	17,730	16,314	260	63	S/ 14,160	S/ 14,160	79
Jun	16,830	15,049	217	69	S/ 17,810	S/ 17,810	79
Jul	28,780	22,352	217	103	S/ 64,280	S/ 64,280	79
Ago	14,360	13,737	224	61	S/ 6,230	S/ 6,230	79
Set	21,620	16,714	226	74	S/ 49,060	S/ 49,060	79
Oct	15,770	13,983	224	62	S/ 17,870	S/ 17,870	79
Nov	22,050	21,044	217	97	S/ 10,060	S/ 10,060	79
Dic	11,950	11,052	217	51	S/ 8,980	S/ 8,980	79
Total	210,932	185,880	2,677	69	S/ 250,520	S/ 250,520	79

El problema principal presenta algunos problemas secundarios los cuales son los defectos en los productos, el desabastecimiento de materia prima, el ausentismo del personal operativo, las paradas no planificadas, los reprocesos, los tiempos largos de calibración y las maquinarias dadas de baja.

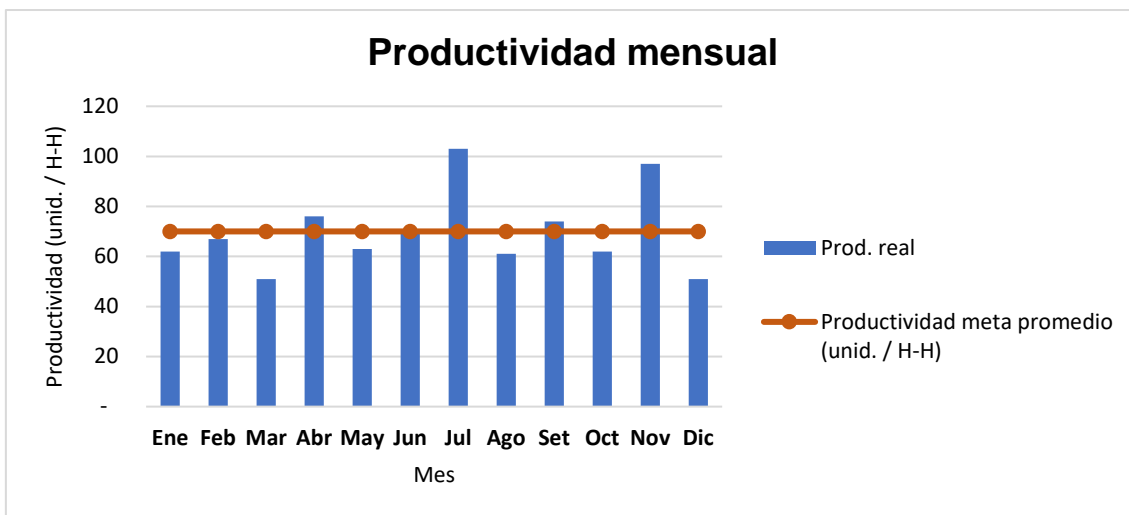


Figura 14 Distribución de productividad mensual-año 2021

3.2.2. Productos defectuosos

Unos de los problemas presentados son los productos defectuosos los cuales alcanza hasta una tasa de 1.7 %, estos son detectados por el departamento de Control y Aseguramiento de la Calidad, además existe una penalidad del 30 % del precio de venta (S/40) estos costos ascienden a S/ 32, 412. El detalle se ve en la tabla 8.

Tabla 8 Cálculo de cantidad de productos defectuosos

Mes	Cantidad Productos Defectuosos (unid.)	Defectuosos (%)	Penalidad (S/)	Pérdida Total Defectuosos (S/)
Ene	236	1.7%	S/ 2,832	S/ 2,832
Feb	248	1.7%	S/ 2,976	S/ 2,976
Mar	208	1.8%	S/ 2,496	S/ 2,496
Abr	222	1.4%	S/ 2,664	S/ 2,664
May	236	1.4%	S/ 2,832	S/ 2,832
Jun	215	1.4%	S/ 2,580	S/ 2,580
Jul	222	1.0%	S/ 2,664	S/ 2,664
Ago	216	1.6%	S/ 2,592	S/ 2,592
Set	236	1.4%	S/ 2,832	S/ 2,832
Oct	225	1.6%	S/ 2,700	S/ 2,700
Nov	236	1.1%	S/ 2,832	S/ 2,832
Dic	201	1.8%	S/ 2,412	S/ 2,412
Total	2,701	1.5%	S/ 32,412	S/ 32,412

En la figura 15, se aprecia los productos defectuosos distribuidos en los meses del año 2021, a su vez, también se aprecia el porcentaje de productos defectuosos.

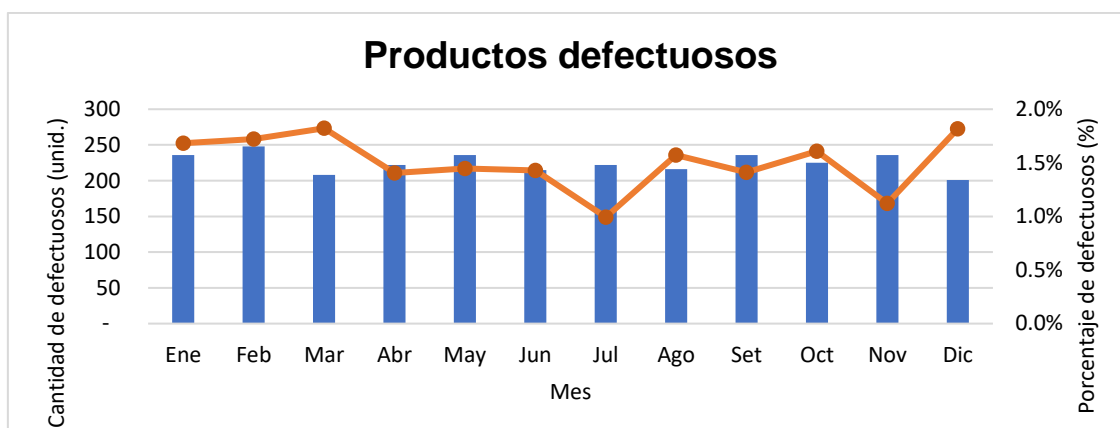


Figura 15 Distribución de productos defectuosos mensual-año 2021

3.2.3. Desabastecimiento de materia prima

Otro de los problemas presentados es el desabastecimiento de materia prima en la empresa, lo que ocurre es que en ocasiones se pide una cantidad demandada, mientras que se recibe otra cantidad menor, esto provoca que exista una diferencia en cuanto al costo de las órdenes de compras, esto provoca que el *kpi fill rate* de abastecimiento, el cual mide el cumplimiento en cantidad sea menor a 100%, en la tabla 9 se puede apreciar que los valores oscilan entre 97 y 99%, y la pérdida de costos del abastecimiento asciende a S/ 76, 687 .

Tabla 9 Cálculo de cantidad de fill rate de órdenes de compras

Mes	Monto de OC emitida (S/)	Monto de OC Recibida (S/)	Fill Rate Abastecimiento (%)	Compra de MP faltante	Pérdida Total Desabastecimiento MP (S/)
Ene	S/ 335,770	S/ 333,616	99%	S/ 2,219	S/ 2,219
Feb	S/ 414,360	S/ 410,264	99%	S/ 4,219	S/ 4,219
Mar	S/ 491,540	S/ 478,505	97%	S/ 13,426	S/ 13,426
Abr	S/ 414,360	S/ 411,201	99%	S/ 3,254	S/ 3,254
May	S/ 335,770	S/ 330,648	98%	S/ 5,276	S/ 5,276
Jun	S/ 424,954	S/ 421,712	99%	S/ 3,339	S/ 3,339
Jul	S/ 471,540	S/ 464,955	99%	S/ 6,782	S/ 6,782
Ago	S/ 414,360	S/ 409,924	99%	S/ 4,569	S/ 4,569
Set	S/ 435,770	S/ 422,266	97%	S/ 13,909	S/ 13,909
Oct	S/ 335,770	S/ 332,258	99%	S/ 3,617	S/ 3,617
Nov	S/ 571,540	S/ 560,809	98%	S/ 11,053	S/ 11,053
Dic	S/ 571,540	S/ 566,663	99%	S/ 5,024	S/ 5,024
Total	S/ 5,217,274	S/ 5,142,821	99%	S/ 76,687	S/ 76,687

En la figura 16, el porcentaje de fill rate está distribuidos dentro el año 2021, se aprecia que siempre es menor al 100 % y oscila entre 97 y 99 %.

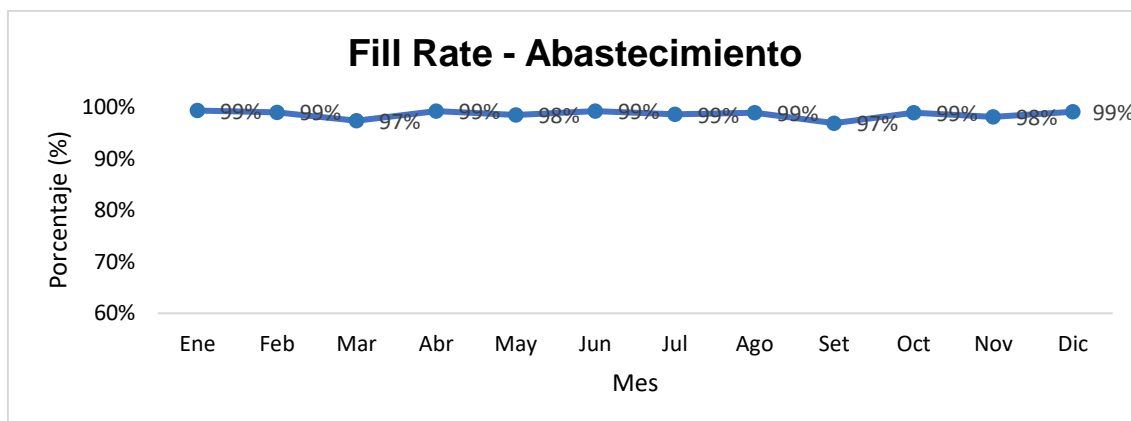


Figura 16 Distribución de fill rate mensual-año 2021

3.2.4. Ausentismo del personal

Otro de los problemas presentados es el ausentismo del personal, la cual se ve en la tabla 10 donde se encuentra la ausencia de los colaboradores en los meses del año 2021, la cantidad de horas perdida por mes, el costo de hora pagadas a pesar que no trabajaron, el costo de horas por reemplazo, y todos estos valores ascienden a un total de S/ 6,945.

Tabla 10 Cálculo de costo de ausentismo

Mes	Cantidad de trabajadores	Horas perdidas	Costo Horas pagas (S/)	Costo horas extra reemplazo (S/)	Costo total de ausentismo (S/)
Ene	2	18	S/ 82	S/ 98	S/ 180
Feb	3	27	S/ 122	S/ -	S/ 122
Mar	0	0	S/ -	S/ -	S/ -
Abr	4	36	S/ 163	S/ 778	S/ 941
May	0	0	S/ -	S/ -	S/ -
Jun	4	36	S/ 163	S/ -	S/ 163
Jul	5	45	S/ 204	S/ 1,944	S/ 2,148
Ago	3	27	S/ 122	S/ -	S/ 122
Set	0	0	S/ -	S/ -	S/ -
Oct	4	36	S/ 163	S/ 1,944	S/ 2,107
Nov	3	27	S/ 122	S/ 875	S/ 997
Dic	4	36	S/ 163	S/ -	S/ 163
Total	32	288	S/ 1,306	S/ 5,638	S/ 6,945

En la figura 17, se aprecia la distribución en horas de ausentismo del personal en los meses del año 2021, se aprecia que los valores fluctúan entre 0 y 45 horas.

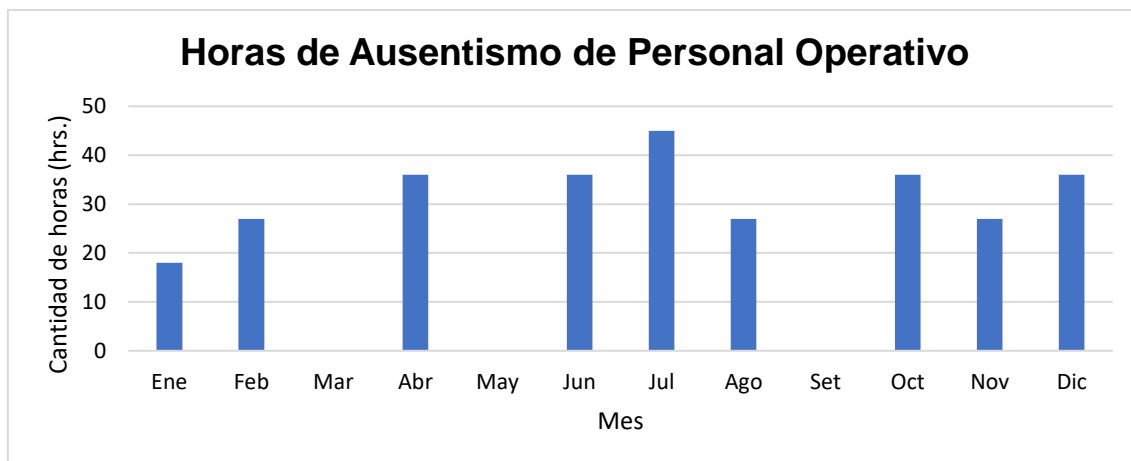


Figura 17 Distribución de horas de ausentismo mensual-año 2021

3.2.5. Paradas no planificadas por averías

Otro de los problemas presentados son las paradas no planificadas por averías, la cual se muestra en la tabla 11 se puede ver el número de paradas de máquinas dentro del año 2021 el cual es de 111, el número de horas de parada por mes, suman en total 1,186 horas al año, el costo de reparación de las paradas, el cual tiene un costo de S/4000 por cada reparación y tiene un costo total de S/444,000, el costo de horas perdidas de trabajo que es de S/ 5,378, ambos costos dan la suma de S/ 449, 379.

Tabla 11 Cálculo de costo de paradas

Mes	Cantidad de paradas	Horas de parada	Costo Reparación (S/)	Costo H-H Perdidas (S/)	Pérdida Total Paradas (S/)
Ene	3	60.0	S/ 12,000	S/ 272	S/ 12,272
Feb	4	65.0	S/ 16,000	S/ 295	S/ 16,295
Mar	12	110.0	S/ 48,000	S/ 499	S/ 48,499
Abr	6	90.0	S/ 24,000	S/ 408	S/ 24,408
May	5	75.0	S/ 20,000	S/ 340	S/ 20,340
Jun	7	92.0	S/ 28,000	S/ 417	S/ 28,417
Jul	9	72.0	S/ 36,000	S/ 327	S/ 36,327
Ago	11	105.0	S/ 44,000	S/ 476	S/ 44,476
Set	12	111.0	S/ 48,000	S/ 503	S/ 48,503
Oct	13	128.0	S/ 52,000	S/ 581	S/ 52,581
Nov	14	136.0	S/ 56,000	S/ 617	S/ 56,617
Dic	15	142.0	S/ 60,000	S/ 644	S/ 60,644
Total	111	1186	S/ 444,000	S/ 5,378.98	S/ 449,379

En la figura 18, se aprecia la distribución de horas de paradas no planificadas por averías en los meses del año 2021, se aprecia que los valores fluctúan entre 0 y 45 horas.



Figura 18 Distribución de horas de paradas mensual-año 2021

3.2.6. Reprocesos

Otro de los problemas presentados son los reprocesos, ver la tabla 12, se muestra la cantidad de reprocesos es del 30% durante el año 2021, el costo de horas hombre perdidas por reprocesos es de S/3, 642, mientras que el costo de horas máquina perdida es de S/642, el costo de materia prima que se tiene que volver a emplear asciende a S/ 223, 506 sumando ambos costos se tiene un total de S/ 227, 341.

Tabla 12 Cálculo de reprocesos

Mes	Cantidad Prod. Reproceso (unid.)	Defectuosos (%)	Costo de HH Perdidas	Costo de H-M perdidas	Costo de MP	Pérdida Total Defectuosos (S/)
Ene	4,204	30.0%	S/ 275	S/ 48	S/ 16,816	S/ 17,139
Feb	4,321	30.0%	S/ 282	S/ 50	S/ 17,282	S/ 17,614
Mar	3,424	30.0%	S/ 224	S/ 39	S/ 13,697	S/ 13,960
Abr	4,742	30.0%	S/ 310	S/ 55	S/ 18,967	S/ 19,332
May	4,894	30.0%	S/ 320	S/ 56	S/ 19,577	S/ 19,953
Jun	4,515	30.0%	S/ 295	S/ 52	S/ 18,059	S/ 18,406
Jul	6,706	30.0%	S/ 438	S/ 77	S/ 26,822	S/ 27,338
Ago	4,121	30.0%	S/ 269	S/ 47	S/ 16,484	S/ 16,801
Set	5,014	30.0%	S/ 328	S/ 58	S/ 20,057	S/ 20,442
Oct	4,195	30.0%	S/ 274	S/ 48	S/ 16,780	S/ 17,102
Nov	6,313	30.0%	S/ 412	S/ 73	S/ 25,253	S/ 25,738
Dic	3,316	30.0%	S/ 217	S/ 38	S/ 13,262	S/ 13,517
Total	55,764	30.0%	S/ 3,642	S/ 642	S/ 223,056	S/ 227,341

En la figura 19, se aprecia los reprocesos de los productos en los meses del año 2021, se aprecia que los valores fluctúan entre 3, 316 y 6, 706 unidades, esto representa el 30% de la producción.

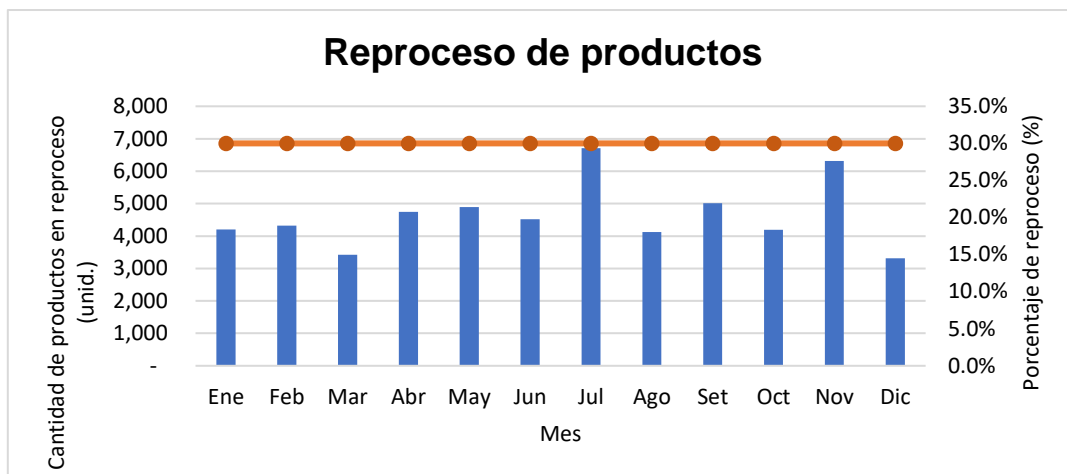


Figura 19 Distribución de reprocesos mensual-año 2021

3.2.7. Tiempos de calibración

Otro de los problemas presentados son los tiempos largos de calibración, la cual se ve en la tabla 13. El tiempo invertido en la calibración de la maquinaria en los meses del año 2021 asciende a 1, 404 horas, el costo de horas hombre perdidas totaliza S/3, 184, mientras que el costo de horas máquina perdida es de S/562, el costo de oportunidad de ventas, es decir los productos que se dejan de vender por el tiempo invertido asciende a S/ 28, 080; sumando todos estos costos se tiene un total de S/ 31, 825.

Tabla 13 Cálculo del tiempo de calibración

Mes	Tiempo de calibración	Costo de HH Perdidas	Costo de H-M perdidas	Costo de oportunidad de venta	Pérdida Total Calibración (S/)
Ene	117	S/ 265	S/ 47	S/ 2,340	S/ 2,652
Feb	117	S/ 265	S/ 47	S/ 2,340	S/ 2,652
Mar	117	S/ 265	S/ 47	S/ 2,340	S/ 2,652
Abr	117	S/ 265	S/ 47	S/ 2,340	S/ 2,652
May	117	S/ 265	S/ 47	S/ 2,340	S/ 2,652
Jun	117	S/ 265	S/ 47	S/ 2,340	S/ 2,652
Jul	117	S/ 265	S/ 47	S/ 2,340	S/ 2,652
Ago	117	S/ 265	S/ 47	S/ 2,340	S/ 2,652
Set	117	S/ 265	S/ 47	S/ 2,340	S/ 2,652
Oct	117	S/ 265	S/ 47	S/ 2,340	S/ 2,652
Nov	117	S/ 265	S/ 47	S/ 2,340	S/ 2,652
Dic	117	S/ 265	S/ 47	S/ 2,340	S/ 2,652
Total	1,404	S/ 3,184	S/ 562	S/ 28,080	S/ 31,825

En la figura 20, se aprecia las horas de calibración de las máquinas en los meses del año 2021, se aprecia que el valor es constante y es de 117 horas.

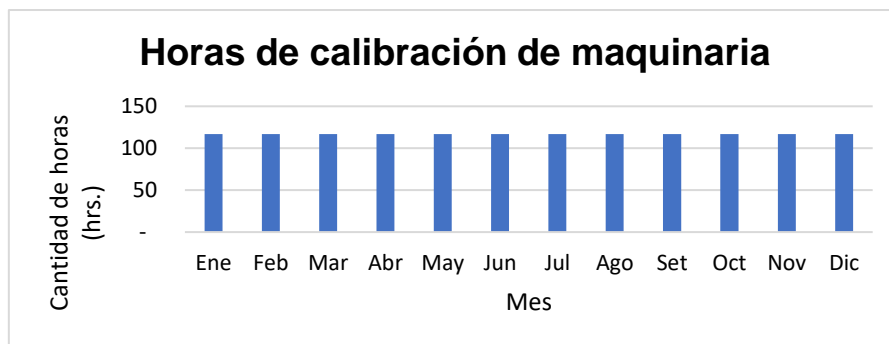


Figura 20 Distribución de reprocesos mensual-año 2021

3.2.8. Maquinaria dada de baja

Otro de los problemas presentados son las maquinarias dadas de baja, la cual se ve en la tabla 14 durante el año 2021, son 4 máquinas que no funcionan y están inoperativas, el costo de la maquinaria comprada asciende a S/10, 915, el costo de oportunidad de venta perdida tiene un valor de S/12, 480, ambos costos dan como resultado una pérdida total de S/23, 395.

Tabla 14 Cálculo de costo de maquinaria dada de baja

Mes	Cantidad de máquinas compradas	Precio Unitario	IGV	Costo de maquinaria comprada	Costo de oportunidad de venta	Pérdida Total maquinaria de baja (S/)
Ene	-	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Feb	-	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Mar	1	S/ 1,500	S/ 270	S/ 1,770	S/ 4,160	S/ 5,930
Abr	-	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
May	-	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Jun	1	S/ 4,750	S/ 855	S/ 5,605	S/ -	S/ 5,605
Jul	-	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Ago	1	S/ 1,500	S/ 270	S/ 1,770	S/ 4,160	S/ 5,930
Set	-	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Oct	-	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Nov	-	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Dic	1	S/ 1,500	S/ 270	S/ 1,770	S/ 4,160	S/ 5,930
Total	4	S/ 9,250	S/ 1,665	S/ 10,915	S/ 12,480	S/ 23,395

3.2.9. Priorización de problemas

Después de listar los problemas secundarios, mediante la herramienta de Pareto, se procede a clasificar los costos de acuerdo al monto que cada uno de estos tiene dentro de la empresa, en la

tabla 15 se puede apreciar que las causas más relevantes son las paradas no planificadas (S/449,379) y los reprocesos (S/227,341) y que ambos representan el 80% del total de costos.

Tabla 15 Priorización de problemas

Problemas	Monto	%Relativo	%Acumulado	80-20%
Problema 4: Paradas no planificadas por averías	S/449,379	53%	53%	80%
Problema 5: Reprocesos	S/227,341	27%	80%	80%
Problema 2: Desabastecimiento de Materia Prima	S/76,687	9%	89%	80%
Problema 1: Productos Defectuosos	S/32,412	4%	93%	80%
Problema 6: Tiempo largo de calibración	S/31,825	4%	96%	80%
Problema 7: Maquinaria dada de baja	S/23,395	3%	99%	80%
Problema 3: Ausentismo del personal operativo	S/6,945	1%	100%	80%
Costo Total	S/847,983.44	100%	100%	80%

En la figura 21, se ve la herramienta de Pareto donde se visualizan los problemas que tienen la máxima prioridad en cuanto a costo, esto alcanza el 80%.

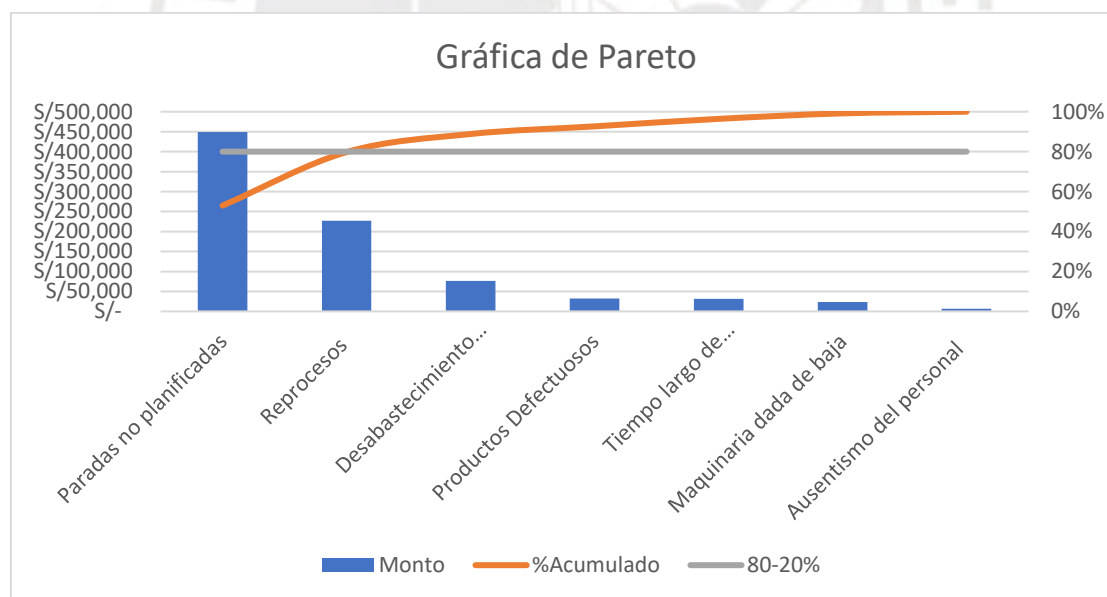


Figura 21 Gráfica de Pareto de problemas

3.3. Identificación de causas

Una vez establecido los dos problemas más relevantes los cuales son las paradas no planificadas y los reprocesos, se procede a realizar la herramienta de calidad de espina de pescado por cada

uno para hallar las principales causas que los ocasionan, luego se realiza un análisis de 5 porqués para hallar la causa raíz, para luego establecer por jerarquías las causas raíces más relevantes.

3.3.1. Diagrama de Ishikawa

Primero se realizar uno para el de paradas no planificadas por averías, el cual se muestra en la figura 22, dentro del ámbito de mano de obra, se destacan las causas de errores del personal en la preparación de los productos; por otro lado, con respecto al material, existen demoras en la entrega de materiales en proceso por parte del proveedor y lo mismo en la entrega de insumos faltantes.

Por otro lado, dentro de la maquinaria, se tiene que existe desgaste de piezas por el uso excesivo de los reactores, además existe una alta frecuencia de mantenimiento correctivo, pues las fallas son constantes y se debe reparar al momento de la falla. Con respecto al medio ambiente, existe una condición de trabajo no adecuada, presencia de desorden y falta de limpieza. Además, en método, existe un cumplimiento en la entrega de repuestos necesarios para la maquinaria, además existe una baja eficiencia de los recursos, así como métodos de trabajo empíricos, sin orden ni estándar; finalmente dentro de la categoría de medición, existen procesos no supervisados.

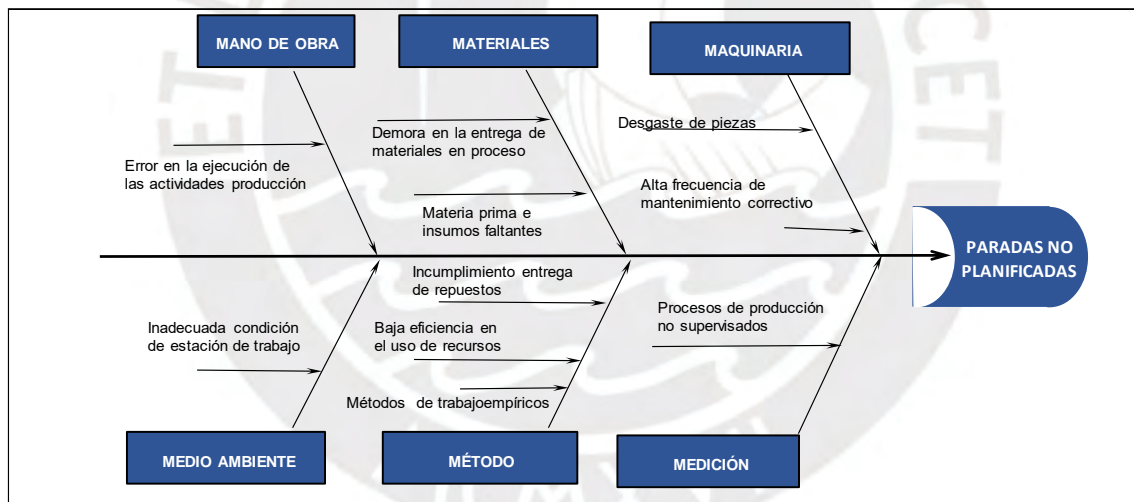


Figura 22 Diagrama de Ishikawa de paradas no planificadas

Dentro del segundo diagrama Ishikawa, el cual se muestra en la figura 23 y corresponde a los reprocesos; se tiene que, dentro de las causas de mano de obra, también existen errores en la ejecución de actividades provocadas por los operarios; existen dentro del tópico de materiales, materia prima que provoca reprocesos, pues son mezclas que se confunden unas con otras; dentro de la maquinaria, está el desgaste por uso.

Por otro lado, dentro del tópico de medio ambiente, de la misma forma como en las paradas no planificadas, las condiciones de la compañía en términos de orden y limpieza dificultan la labor de los colaboradores; además se tiene que, en la categoría de método, existe un ineficaz control

de la recepción de material y los métodos de trabajo son empíricos, sin estándares; por último, dentro de medición, hace falta el buen uso del aseguramiento de calidad de los procesos de producción.

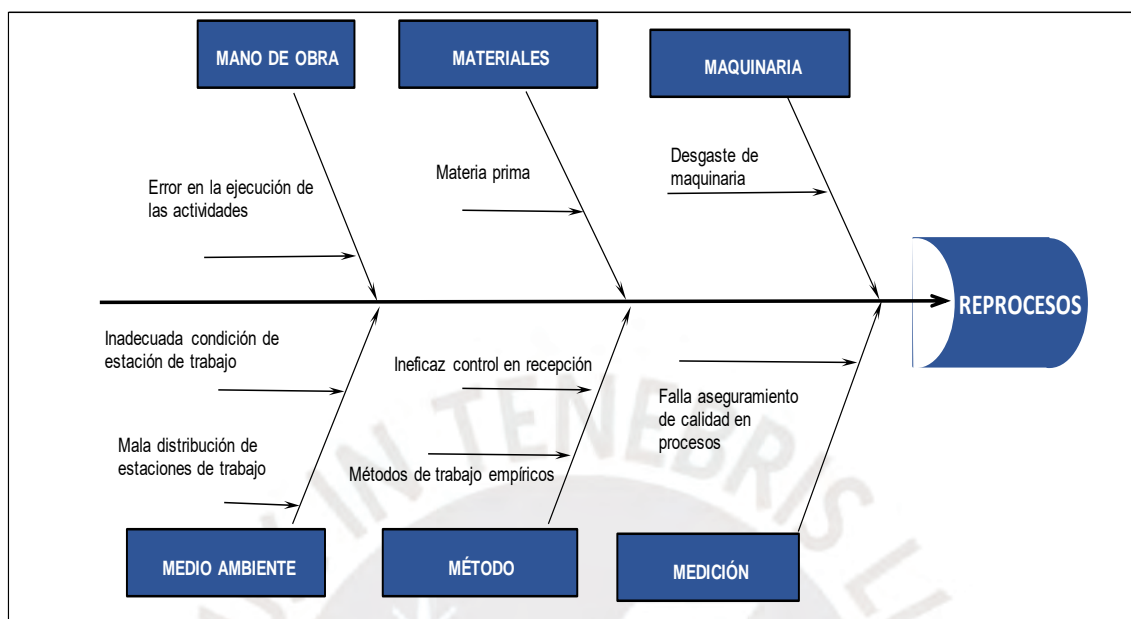


Figura 23 Diagrama de Ishikawa de reprocesos

3.3.2. Metodología de los 5 porqués

Esta metodología permite hallar la causa raíz, con 5 preguntas de porqués, en cada una de las etapas se va logrando indagar cual es la causa que provocó el problema, el detalle del análisis se muestra en el anexo 1.

3.3.3. Priorización de causas raíces

Después de haber identificado las causas raíces mediante la metodología de los 5 porqués, se debe priorizar cuales son las causas más relevantes para afrontarlas, para lograr dicho objetivo se emplea los criterios siguientes:

Severidad (S), es la gravedad o criticidad del proceso, el cual implica un costo para la empresa, se busca jerarquizar dicho impacto en términos financieros.

Ocurrencia (O), es la probabilidad en que puede aparecer dichas causas, en términos de frecuencia de aparición.

Detectabilidad (D), referente a que tan probable es que se puede hallar la ocurrencia antes que llegue a manos del consumidor o cliente final.

La escala varía entre 1 y 10, siendo 1 la valoración más pobre y 10 la valoración más alta, el detalle del contexto a evaluar se encuentra en el anexo 2, de esta forma el producto de los criterios

de severidad, ocurrencia y detectabilidad determina las causas raíces más relevantes, en la tabla 16 se muestra esto con detalle.

Entonces, como resultado se tiene que las causas más relevantes son la falta del mantenimiento preventivo dentro de los reactores, la falta de control visual de alertas, la falta de un proyecto que eleve la moral y disciplina del operario, los procedimientos de mantenimiento que no están estandarizados y, por último, la ausencia de orden y limpieza en las células de manufactura.

Tabla 16 Matriz de priorización de causas raíces

Código	Causa Raíz	Criterios			NPR	Frec.	Frec. Acumulada
		S	O	D			
C-001	Falta de mantenimiento preventivo	9	10	9	810	23.9%	23.90%
C-002	Falta de control visual de alertas	8	9	9	648	19.1%	43.02%
C-003	Ausencia de orden y limpieza en las células de manufactura	10	9	5	450	13.3%	56.30%
C-004	Falta de cultura de mantenimiento por parte del operario	8	9	5	360	10.6%	66.92%
C-005	Desbalance en línea de producción	6	10	6	360	10.6%	77.54%
C-006	Procedimientos de producción no estandarizados	9	5	7	315	9.3%	86.84%
C-007	Falta de un proyecto que eleve la moral y disciplina del operario	4	5	4	80	2.4%	89.20%
C-008	Falta de método de selección de proveedores	4	3	3	36	1.1%	90.26%
C-009	No existe método de control de inventarios	3	7	3	63	1.9%	92.12%
C-010	Procedimientos logísticos no estandarizados	5	4	3	60	1.8%	93.89%
C-011	Falta de EPPS	3	4	4	48	1.4%	95.31%
C-012	Procedimientos de aseguramiento de calidad no estandarizados	2	4	5	40	1.2%	96.49%
C-013	Falta de método de gestión de inventarios	3	4	3	36	1.06%	97.55%
C-014	Falta de políticas de gestión de talento	2	3	5	30	0.89%	98.44%
C-015	No existe área de capacitaciones	1	5	4	20	0.59%	99.03%
C-016	Ausencia indicadores	2	3	3	18	0.53%	99.56%
C-017	Falla de método de pronóstico	1	3	5	15	0.44%	100.00%

Entonces, en la figura 24, se ve la herramienta de Pareto, donde se muestran las principales causas raíces, las cuales tienen un impacto del 77.54%, es por eso que son las seleccionadas.

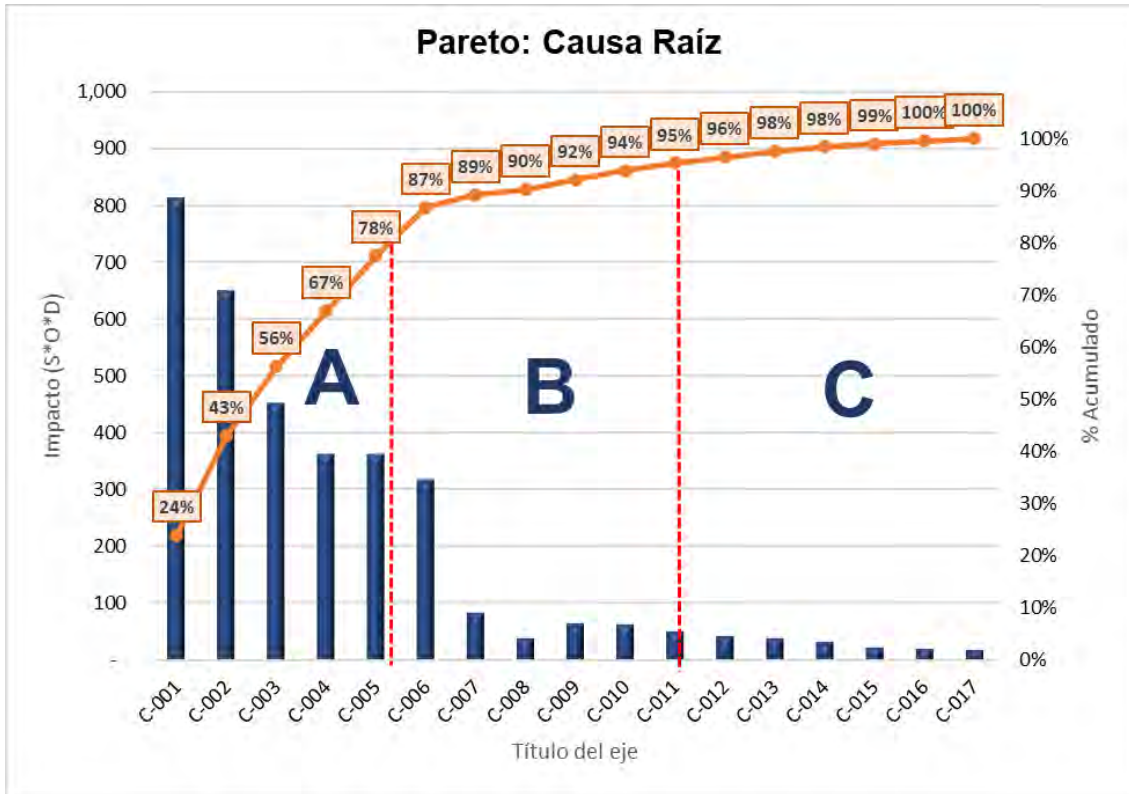


Figura 24 Pareto de causas raíces

En la tabla 17 se describe el recopilado de causas raíces más relevantes, se aprecia que son seis causas en total.

Tabla 17 Tabla resumen de causas raíces

N°	Código	Causa Raíz
1	C-1	Falta de mantenimiento preventivo
2	C-2	Falta de control visual de alertas
3	C-3	Ausencia de orden y limpieza en las células de manufactura
4	C-4	Falta de cultura de mantenimiento por parte del operario
5	C-5	Desbalance de línea de producción
6	C-6	Procedimientos de producción no estandarizados

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA

En este acápite se desarrolla la matriz de contramedidas para presentar las posibles soluciones que se identificaron en las causas raíces, esta solución deberá ser contrastadas luego con una matriz FACTIS, la cual tiene cinco criterios los cuales son facilidad de implementación, afecta a otras áreas, calidad (si la mejora), tiempo en que implica implementar, inversión requerida y seguridad.

4.1. Evaluación de propuestas de mejora

4.1.1. Contramedidas

Las causas raíces son seis y fueron expuestas en el capítulo 3.3.3, estas causas se confrontan con las contramedidas, las cuales establecen posibles soluciones con la finalidad de mermar o eliminar dichas causas raíces. El detalle se ve en la tabla 18.

Tabla 18 Matriz de contramedidas

Nº	Código	Causa Raíz	Contramedidas
1	C-1	Falta de mantenimiento preventivo	Realizar una propuesta de aplicación del TPM aplicando el pilar del mantenimiento planificado.
2	C-2	Falta de control visual de alertas	Realizar una propuesta de aplicación del Poka Yoke para prevenir errores del operario.
3	C-3	Ausencia de orden y limpieza en las células de manufactura	Realizar una propuesta para aplicar las 5S
4	C-4	Ausencia de cultura de mantenimiento	Realizar una propuesta de aplicación del TPM para aplicando el Mantenimiento Autónomo.
5	C-5	Desbalance de línea de producción	Aplicar el Balance de Línea.
6	C-6	Procedimientos de producción no estandarizados	Realizar una propuesta de procedimientos estándares que contemplen los procesos de producción

Estas seis causas raíces, tienen cada una, una alternativa de solución, donde destacan la aplicación del TPM en sus dos pilares Mantenimiento Planificado y Mantenimiento Autónomo, el Poka Yoke, 5S, el balance de línea y la estandarización de procesos, en el 4.1.2 se evalúa mediante la matriz FACTIS cuales son las herramientas idóneas a aplicar en la presente investigación.

4.1.2. Matriz FACTIS

Con el apoyo del Gerente de producción, coordinador de seguridad, jefe de producción, jefe de empaquetado y jefe de etiquetado, la evaluación de la matriz se realiza con el equipo en mención,

esto con la finalidad de seleccionar las herramientas de mejora idóneas mostradas en la matriz de contramedida.

Después de 3 reuniones con el equipo en mención, se definen los criterios, ponderación de pesos y puntaje para la matriz, los detalles se ven en la tabla 19.

Tabla 19 Criterios de selección

Criterios de Selección			Factor de Ponderación
F	Facilidad de solucionar		5
	1. Difícil	2. Medio		3. Fácil
A	Afecta a otras áreas su implementación		4
	1. 1 área	2. 2 áreas		3. 3 a más áreas
C	Mejora la calidad		2
	1. Baja	2. Media		3. Alta
T	Tiempo que implica solucionarlo		3
	1. Largo	2. Medio		3. Corto
I	Requiere Inversión		4
	1. Alta	2. Media		3. Baja
S	Mejora la seguridad		3
	1. Poco	2. Medio		3. Mucho

En el anexo 3, se aprecia la matriz FACTIS, donde se tiene la ponderación de las herramientas de solución para poder atacar los dos principales problemas que son las paradas de máquina y los reprocesos.

Se elige la Herramienta TPM para poder cubrir la falta del mantenimiento planificado y a su vez para poder entrenar a los operarios con el mantenimiento autónomo, los puntajes obtenidos fueron de 51 y 55 puntos respectivamente.

Finalmente, se propone aplicar también las 5S, con un puntaje de 55.

Se deja de lado el Poka Yoke, el Balance de Línea y la Estandarización de procesos debido a que según la puntuación de la matriz FACTIS obtienen 47, 42 y 48 puntos respectivamente, siendo no relevantes para la implementación.

4.2. Metodología de Solución

Esta metodología está construida siguiendo la metodología creada por Mejia y Rau (2019) y Mejia (2013), donde se combinan las herramientas de 5S y Mantenimiento Autónomo, en este caso, se está cambiando las herramientas SMED por el Mantenimiento Planificado, según lo expuesto en el marco teórico la metodología 5S es la base para la aplicación del TPM, en este caso los dos pilares que son el Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado, luego se debe replicar en el tiempo las herramientas promoviendo la mejora continua, a su vez se debe evaluar el impacto

económico que representa la propuesta de implementar dichas herramientas para la empresa, ver la figura 25.

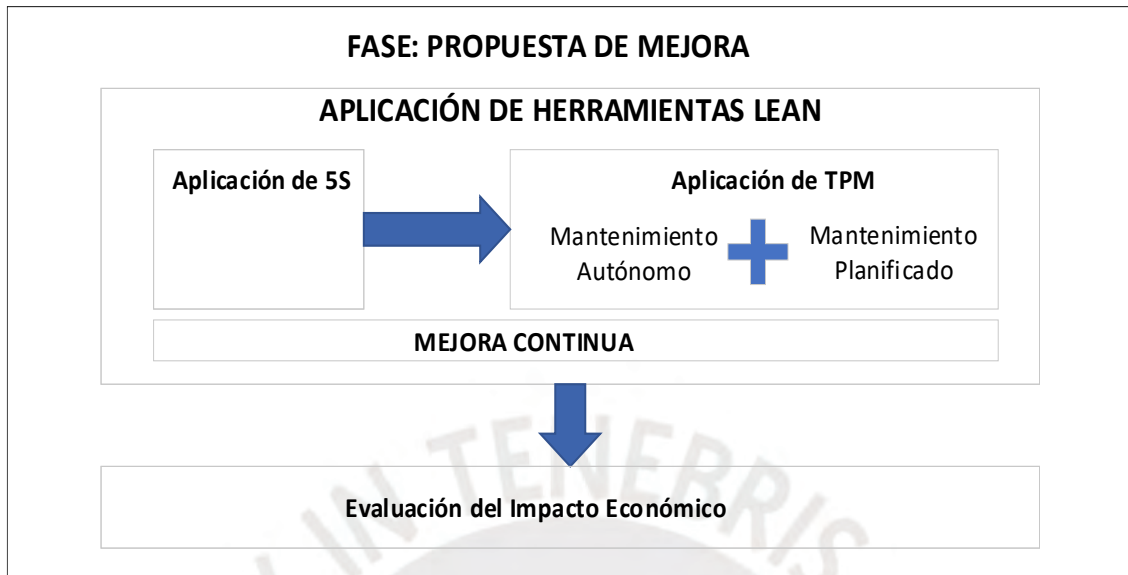


Figura 25 Metodología de Solución

Fuente: Mejía y Rau (2019)



CAPÍTULO 5: PROPUESTAS DE MEJORAS

Dentro de este apartado, se presenta las 5S en sus cinco fases: clasificar, ordenar, limpieza, estandarización y disciplina, también se propone el TPM, específicamente en dos pilares que son Mantenimiento Planificado y Mantenimiento Autónomo.

5.1. Propuesta de aplicación de las 5S

Dentro de este acápite se plantea la propuesta de aplicar las cinco fases de las 5S, se pone como imperativo que debe aprobarse cada fase para pasar a la siguiente.

5.1.1. Fase 0: Etapa preliminar

Dentro de los aspectos a tener en cuenta se tienen los expuestos a continuación:

En primer lugar, se debe considerar a la capacitación a los involucrados, esto incluye a todos los trabajadores de la empresa, este temario incluye la parte teórica de las 5S, en la presente investigación se prepara un temario que comprende las principales definiciones, objetivos y beneficios. Ver figura 26.



Figura 26 Temario de 5S

Además, la metodología 5s busca conformar equipos de trabajo e involucrar a cada uno de los colaboradores de la empresa, este equipo de trabajo deberá ser conformado por la junta directiva, la cual estará conformada por el Gerente General y demás accionistas, estas son las personas que han aprobado el proyecto y han dado visto bueno otorgando el financiamiento con recursos propios. Se debe tener también un Comité de implementación de las 5S, donde se encuentran los directivos de Producción, Administración y Finanzas y Aseguramiento y Control de Calidad, este Comité designará a los responsables de las 5S, además, deberán estar presente en la presentación de resultados y serán el nexo con la Junta Administrativa y los responsables de las 5S.

Además, la empresa para lograr aplicar la propuesta, debe apoyarse con un auditor líder experto en 5S, quien propiciará las capacitaciones y se encargará de las auditorías para tener un punto de

vista objetivo en la empresa. Por otro lado, se contará con 2 responsables de las 5S, el primero será del lado de la Producción quien estará a cargo de los equipos de mejora de producción, empaquetado, etiquetado. El otro responsable estará encargado del almacén, básicamente, la función de los responsables será liderar a los equipos de mejora, supervisar el cumplimiento de las actividades, motivar al personal, definir los roles de los equipos y ser el nexo entre los equipos y el Comité.

Finalmente, se tendrá que formar a los equipos de mejora continua, ellos serán los encargados de la ejecución de las 5S, en cada una de sus fases, estará conformado por el personal operativo, ellos serán debidamente capacitados y liderados en todo el proceso. En la figura 27, se encuentra el organigrama de las 5S.

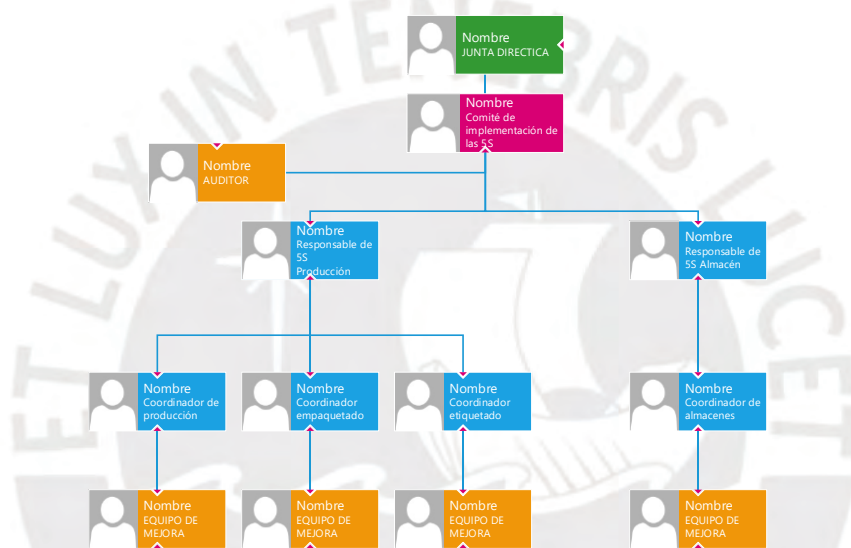


Figura 27 Organigrama de 5S

También se considerará la elaboración del cronograma de la propuesta de aplicación de las 5S para todo el año 2022. En la figura 28, se muestra dicho cronograma.

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO-EMPRESA							
ACTIVIDAD	2022						
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	
1. Preparación para el lanzamiento de las 5S							
Comunicación del proyecto							
Capacitación inicial							
2. Implementación 5S							
1S Clasificar: aplicación en el área							
2S Ordenar: aplicación en el área							
3S Limpieza: aplicación en el área							
4S Estandarizar: aplicación en el área							
5S Disciplina: aplicación en el área							

Figura 28 Cronograma de propuesta de aplicación de las 5S

Dentro del almacén, con respecto al estado inicial de la empresa, existe mucho material en proceso, lo cual se traduce en baldes de insumos apilados y desordenados en los pasadizos y fuera de estantes, que provoca pérdida de eficiencia en traslados, esto dificulta la labor de los

colaboradores, pero se ha hecho ya parte de la costumbre de los colaboradores, se aprecia en la figura 29 y 30.



Figura 29 Recipientes desordenados



Figura 30 Pallets fuera de su lugar

Con respecto al área de producción, se observa que existen mesas de trabajo desordenadas, con presencia de conos, bolsas y trapos, además de bidones de agua. Ver la figura 31. Asimismo, se observa fugas de agua en los tanques, lo cual puede poner en riesgo a los colaboradores por un posible resbalo e incluso si es un químico contaminante podría ser riesgo de ser una sustancia inflamable y podría provocar un posible incendio, ver figura 32.



Figura 31 Cilindros y bidones fuera de su lugar



Figura 32 Presencia de fugas y aciagos

Para poder realizar el diagnóstico de las 5S se deberá hacer una evaluación por medio de auditorías, se tomó el formato de auditorías y las reglas de puntuación de la tesis de Llerena (2022) se propone emplear la ficha de auditoría, ver anexo 4. Este formato tiene siete preguntas para cada fase, cada pregunta tiene la puntuación de la siguiente manera: 1 punto (no está desarrollado), 2 puntos (regular, se está iniciando), 3 puntos (aceptable, se hace de forma parcial), 4 puntos (excelente, se realizó en su totalidad). Al ser siete preguntas y el puntaje máximo por pregunta es de 4, la valoración máxima obtenida es 28 puntos (7 preguntas x 4 puntos).

La evaluación de auditorías dentro de producción y almacén se presenta en el anexo 5 y en el anexo 6.

Asimismo, dentro de producción, se elige la línea de productos alimentarios, concretamente dentro de la familia de productos de detergentes, es decir la que compren los productos más representativos como el FOAMING ACID CLEANER FP, el CLEAN BY PEROXY y el HIGH ACID CLEANER FP. Ver la auditoría que se muestra en la tabla 20. Por otro lado, se tiene en la figura 33, la imagen radial de los puntajes obtenidos con respecto a los puntajes objetivos.

Tabla 20 Resultados de auditoría en producción

Id	5S	Peso	Puntos	Objetivo
S1	Clasificar	10%	10	28
S2	Ordenar	20%	10	28
S3	Limpiar	20%	8	28
S4	Estandarizar	25%	10	28
S5	Disciplinar	25%	9	28
Plan de ejecución			9.4	28

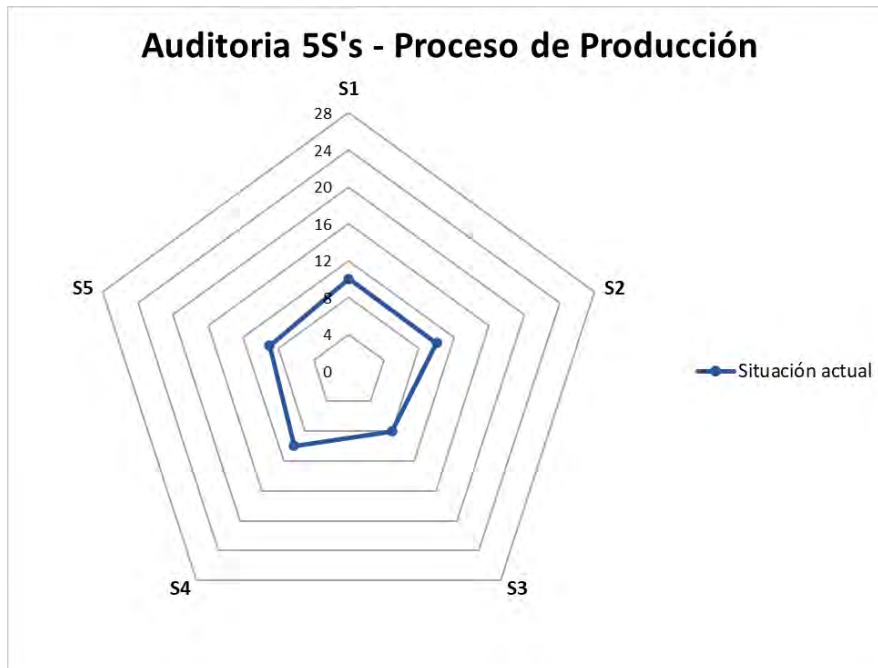


Figura 33 Gráfica radial de la auditoría de producción

Por otro lado, también para las propuestas de mejora se realizarán en la zona 4 de almacenes, que es la que corresponde al guardado de materia prima e incluso material en tránsito que es empleado para los productos de detergentes. Ver la auditoría en la tabla 21. Por otro lado, se tiene en la figura 34, la imagen radial de los puntajes obtenidos con respecto a los puntajes objetivos.

Tabla 21 Resultados de auditoría del área de almacén

Id	5S	Peso	Puntos	Objetivo
S1	Clasificar	10%	15	28
S2	Ordenar	20%	16	28
S3	Limpiar	20%	14	28
S4	Estandarizar	25%	14	28
S5	Disciplinar	25%	11	28
	Planes de ejecución		13.8	28

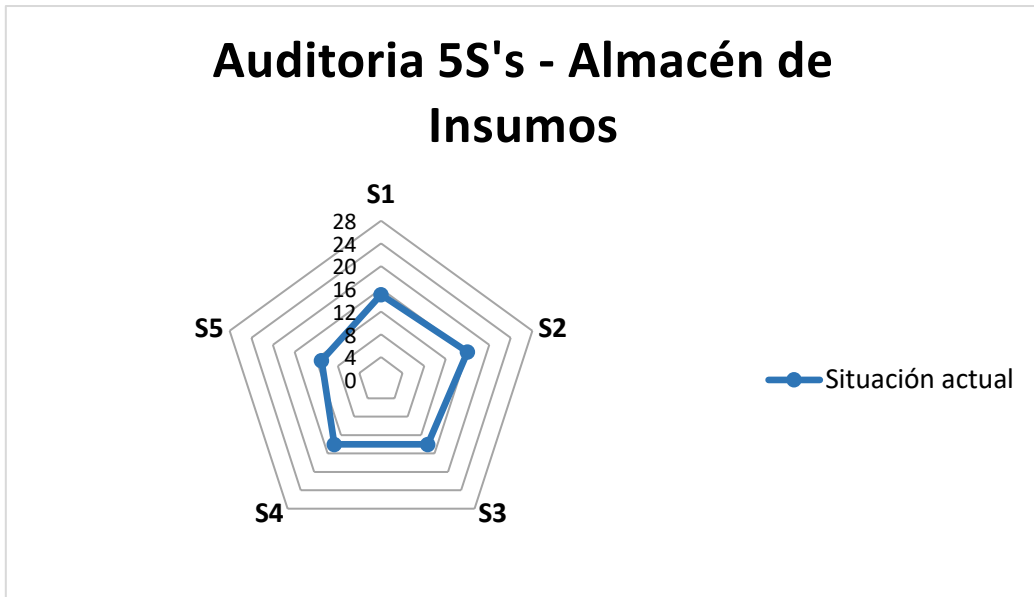


Figura 34 Gráfica radial de la auditoría de almacén

5.1.2. Fase 1: Clasificar

Clasificar significa desechar los elementos que no sirven, es decir el lugar de trabajo debe quedar sin elementos incensarios, en esta fase se emplea la *red card* o tarjeta de color rojo (ver figura 35). Este mapeo se debe de realizar en conjunto con los operadores que trabajan dentro del sitio de operaciones, pues son ellos los que realmente conocen que se debe de desechar, que cosa sirve y que cosa se debería reubicar, ver la tabla 21.

TARJETA ROJA

No. _____

Fecha ____/____/____

Area _____

Item _____

Cantidad _____

ACCION SUGERIDA

Agrupar en espacio separado

Eliminar

Reubicar

Reparar

Reciclar

Comentario _____

Fecha p/concluir acción ____/____/____

Dimensiones: 3" de ancho y 16" de alto.

Figura 35 Diseño de tarjeta roja

Fuente: Mejia (2013)

Tabla 22 Elementos innecesarios

N	Elemento	Cantidad	Comentarios
1	Mesa para herramientas	4	Dañada
2	Mascaras full Face	2	Dañadas
3	Bidón de mezcla	1	Inspeccionar
4	Ventilador	1	Inspeccionar
5	Tacho de basura	1	Dañado
6	banca de plástico	1	Transferir
7	Botellas de aguas vacías	5	Eliminar
8	Paquete de hojas blancas apiladas	20	Transferir
9	Trapos	6	Rotos
10	Cuchillo	1	Dañados
11	Bolsas de plástico	6	Rotos
12	Envases	3	Dañados
13	Parihuelas	10	Dañada
14	Cajas	30	Rotas

El siguiente paso es la clasificación de la toma de decisión que se debe hacer con el elemento encontrado en la planta, siendo una opción eliminarlo, transferirlo o simplemente se ordena, ver tabla 23.

Tabla 23 Acción con los elementos innecesarios

N	Elemento	Cantidad	Comentarios
1	Mesa para herramientas	4	Desechados
2	Mascaras full Face	2	Desechados
3	Bidón de mezcla	1	Transportados al almacén
4	Ventilador	1	Permanece
5	Tacho de basura	1	Ordenado
6	banca de plástico	1	Transferido a mantenimiento
7	Bidones de aguas vacíos	30	Eliminado
8	Paquete de hojas blancas apiladas	20	Transferido a calidad
9	Trapos	6	Eliminado
10	Cuchillo	1	Ordenado
11	Bolsas de plástico	6	Eliminado
12	Envases dañados	3	Eliminado
13	Parihuelas	10	Eliminado
14	Cajas	30	Eliminado

Si se quiere dar un detalle exacto de las cantidades por cada categoría, se puede ver la tabla 24.

Tabla 24 Resumen de las acciones con los elementos innecesarios

Resumen de acciones	Cantidad
Objetos descartados	91
Objetos trasladados	22
Objetos ordenados	2
Objetos que persisten	1

El indicador de la primera fase Clasificar se reduce en los espacios liberados, dentro del área de producción (zona 2) se libera 9 m2, mientras que en el área de almacén (zona 4) se libera 12 m2, ver figura 36.



Figura 36 Superficie liberada por área

5.1.3. Fase 2: Ordenar

Aquí se prioriza tener un lugar para ubicar cada objeto, de esta forma se mantiene todo en su lugar, y no se tiene un tiempo de búsqueda de objetos elevado. En la tabla 25 tres categorías de clasificación dentro del almacén A, B y C, la primera clasificación es cuando se tiene mayor frecuencia de uso, la segunda es con una frecuencia regular y la última cuando su uso es poco. Ver la tabla 26. La distribución ABC del almacén se muestra en la figura 37.

Tabla 25 Clasificación de productos de acuerdo con su frecuencia de despacho

N	Productos	Frecuencia de despacho	Acción
1	HIG ACID CLEANER	Una vez en siete días	Cerca de donde se realiza la entrega
2	CLEAN BY PEROXY	Una vez en siete días	Cerca de donde se realiza la entrega
3	ALKA CLEAN BE	Una vez en siete días	Cerca de donde se realiza la entrega
4	SURE STEP	Una vez en quince días	Cerca de donde se realiza la entrega
5	FOAMING ACID CLEANER	Tres veces en siete días	Cerca de donde se realiza la entrega
6	DM 500 H FP	Una vez trimestralmente	Regularmente cerca de donde se realiza la entrega
7	ECO DESENGRASANTE	Una vez trimestralmente	Regularmente cerca de donde se realiza la entrega
8	FRUIT SO CLEAN CIP	Una vez mensual	Regularmente cerca de donde se realiza la entrega
9	GOLDEN GLO FP	Una vez trimestralmente	Lejos de la entrega
10	BIO FRUIT FP	Una vez mensual	Lejos de la entrega
11	WHITE CLEAN FP	Una vez trimestralmente	Lejos de la entrega
12	SPARCLEAN	Una vez mensual	Lejos de la entrega

Tabla 26 Clasificación ABC de los productos

N	Productos	Zona	Acción
1	HIG ACID CLEANER	A	Cerca de donde se realiza la entrega
2	CLEAN BY PEROXY	A	Cerca de donde se realiza la entrega
3	ALKA CLEAN BE	B	Cerca de donde se realiza la entrega
4	SURE STEP	B	Cerca de donde se realiza la entrega
5	FOAMING ACID CLEANER	A	Cerca de donde se realiza la entrega
6	DM 500 H FP	C	Regularmente cerca de donde se realiza la entrega
7	ECO DESENGRASANTE	C	Regularmente cerca de donde se realiza la entrega
8	FRUIT SO CLEAN CIP	C	Regularmente cerca de donde se realiza la entrega
9	GOLDEN GLO FP	C	Lejos de la entrega
10	BIO FRUIT FP	C	Lejos de la entrega
11	WHITE CLEAN FP	C	Lejos de la entrega
12	SPARCLEAN	C	Lejos de la entrega

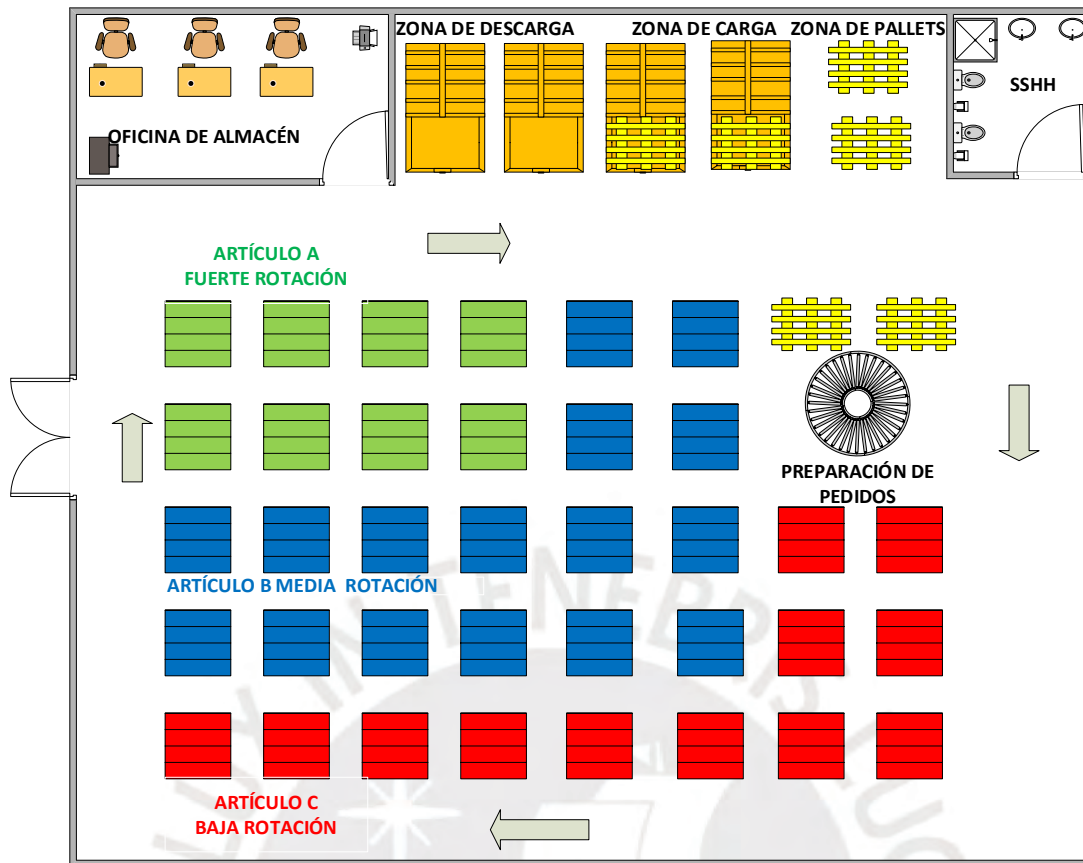


Figura 37 Distribución ABC del almacén (Zona 2)

También es importante colocar un rótulo en cada elemento, ver figura 38, incluso es necesario pintar de amarillo la zona de trabajo para evitar que se muevan los objetos, ver la figura 39.



Figura 38 Rotulado de estantes



Figura 39 Uso de pintura amarilla

5.1.4. Fase 3: Limpieza

En esta fase no solo se limpia sino también se inspecciona, se plantea hacer un manual de limpieza, ver el anexo 7.

Además es importante mostrar los focos que se ensucian para saber dónde limpiar y los acceso complicados para limpiar, ver figura 40, de la misma manera en la figura 41 se ve este proceso para los racks.

	IDENTIFICACION DE LAS FUENTES DE SUCIEDAD (FS) Y LUGARES DE DIFICIL ACCESO PARA LA LIMPIEZA(LDA)	Nº 1 Fecha de elaboración: 14/01/2022
		Elaborado por:
Tema : Montacarga		Aprobado por:


(FS) Superficie Externa del montacarga



(LDA) Parte interna del montacarga.

Áreas:	Almacén	Participantes:	Jorge Tang	
Fecha de enseñanza:	13/01/2022		Pedro Mamani	
Responsable:	Calixto		Luis Barto	

Figura 40 Identificación de FS y LDA del Montacarga


	IDENTIFICACION DE LAS FUENTES DE SUCIEDAD (FS) Y LUGARES DE DIFICIL ACCESO PARA LA LIMPIEZA(LDA)	N° 2
		Fecha de elaboración: 14/01/2022
Tema : Rack		Elaborado por:
		Aprobado por:



Áreas:	Almacén	Participantes:	Jorge Tang	
Fecha de enseñanza:	13/01/2022		Pedro Mamani	
Responsable:	Calixto		Luis Barto	

Figura 41 Identificación de FS y LDA del Rack

Otros procedimientos necesarios son la identificación de las zonas de riesgos, así se evita probables eventualidades de accidentes, se presenta el procedimiento para el montacarga (ver figura 42) y para el rack (ver figura 43).


	ZONA DE RIESGOS DE LIMPIEZA	N° 1
		Fecha de elaboración: 14/01/2022
Tema : Montacarga		Elaborado por:
		Aprobado por:



Áreas:	Almacén	Participantes:	Morón	
Fecha de enseñanza:	13/01/2022		Ernesto J.	
Responsable:	Calixto		G.Suarez	

Figura 42 Zona de riesgos de limpieza- Montacarga

Otro procedimiento que se propone realizar es la lección de un punto, el cual es ventajoso para graficar un procedimiento de captación rápida, para el presente caso, se tomará de base el llenado de la mezcla de los tanques a los cilindros (ver figura 44), debido a que es una operación que puede ocasionar merma y contaminar la mezcla, si no se realiza como es debido, e incluso, si no se asegura bien la manguera puede propiciar aciagos y derrames que podrían ocasionar accidentes.

	ZONA DE RIESGOS DE LIMPIEZA	N° 2
		Fecha de elaboración: 14/01/2022
Tema : Rack.		Elaborado por:
		Aprobado por:



Áreas:	Almacén	Participantes:	Morón	
Fecha de enseñanza:	13/01/2022		Ernesto J.	
Responsable:	Calixto		G.Suarez	

Figura 43 Zona de riesgos de limpieza- Rack

	LECCION DE UN PUNTO (LUP)	N° 1		
	Tema : Limpieza de cilindros.	Fecha de elaboración: 14/11/2022		
		Elaborado por:		
Área: Producción		Aprobado por: Mag.Mejia		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sacar el cilindro y posicionarlo cerca de la manguera. 2. Vaciar la merma inicial de la mezcla del tanque en un recipiente. 3. Asegurar la manguera en el cilindro. 4. Abrir la llave de la mezclar y verter en el cilindro. 				
Fecha de enseñanza:	12/11/2022	Participantes:	Diego	Raúl

Figura 44 Lección de un punto- Limpieza de cilindros

5.1.5. Fase 4: Estandarizar

Dentro de la cuarta fase de Estandarizar, se propone crear procedimientos para mantener lo ya implementado, es decir las 3 S anteriores, dentro de la fase de Clasificar se ha establecido el estándar de un procedimiento donde se recopila los elementos innecesarios, tal cual se detalla en la figura 45.


HOJA DE ELEMENTO INNECESARIO			
		Código	FR002-S-01
		Fecha de formato	
Datos relevantes			
N°	Racks		
Sector	Bodega de insumos detergentes	Cuántía	1
Utilidad	Cajas desarmadas que contenían químicos	Fecha	
¿Quién gestionó su salida?	Franco Lostanao		
Comentarios	Dificulta el tránsito		
Fotografía			
			

Figura 45 Hoja de elemento innecesario

Otro de los estándares propuestos será la creación de un procedimiento de control de salidas y entradas de los elementos dentro del almacén, el cual ha sido propuesto pensando en la segunda fase de ordenar, ver tabla 47.

Tabla 27 Control de salidas y re ingresos de 5S

INSPECCIÓN DE EGRESOS Y REINCORPORACIÓN 5S					Código		FR003-S-01		
					Fecha				
SALIDA									
N°	Responsable	Fecha salida	Fecha devolución	Descripción	Estado	Cantidad	¿Devuelto?	Fecha Devolución	Observaciones

También se define como estándar las zonas de limpieza (ver figura 46), esto asegura que cada uno es responsable de su zona y de la limpieza de la misma, así como del equipo que tiene a su cargo.

Por otro lado, también se propone como estándar el procedimiento de la limpieza, el cual se define con objetivos, alcance, documentos a consultar, responsables, recursos, definiciones y descripción del procedimiento, ver la figura 47.

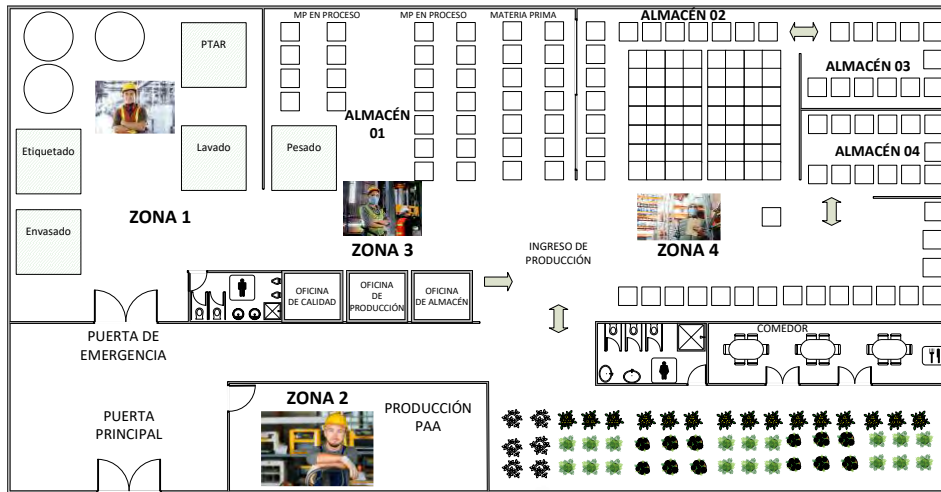


Figura 46 Mapa de limpieza y responsables

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA			
Código	FR004-S-03	Fecha de	
<p>I OBJEIVO:</p> <p>El presente procedimiento se creó con la finalidad de que todos los colaboradores cooperen en las funciones de limpieza, además de crear un ambiente propicio y de trabajo colaborativo entre todos que promueva una cultura de buen ambiente laboral, libre de polvo, suciedad y otros agentes que perjudiquen tanto al colaborador como a la productividad de la compañía.</p> <p>II ALCANCE: Los principales departamentos productivos</p> <p>III DOCUMENTOS A CONSULTAR: Designación de colaboradores de pulcritud Hoja de chequeo de pulcritud Procura de pulcritud de equipos</p> <p>IV RESPONSABILIDAD:</p> <p>Líder de producción: es el encargado de vigilar que se cumpla la limpieza dentro de su línea y velar por un buen ambiente laboral, que promueva el trabajo en equipo Evidencia del local, fotos, videos de cómo se encuentra Debe tener baños y áreas limpias Designar dónde se llevarán los desechos Realizar las auditorías debidas Registrar la hoja de chequeo de la pulcritud Buscar y designar a cada colaborador en su turno de limpieza Oscultar si se tiene inventario de limpieza Colocar los letreros que correspondan a esta fase Identificar todas las zonas de riesgo</p> <p>V RECURSOS: Todos los materiales necesarios como guardapolvos, mascarillas, recogedores, escobas, etc. Todos los materiales para desinfectar las áreas</p> <p>VI DEFINICIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza manual: emplea el esfuerzo físico del operario - Limpieza mecánica: emplea equipos para realizar la limpieza - Efluentes: grasa, aceite y agua contaminada. - Residuos sólidos: partículas suspendidas de polvo, papeles, merma de tela, cajas de cartón, <p>VII DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:</p> <p>Limpieza de Suelos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Colocarse implementos de limpieza 2. Identificar si existen objetos en el suelo y desecharlos 3. Buscar los insumos de limpieza 4. Aplicar los insumos según corresponda 5. Guardar todos los implementos e insumos <p>Limpieza de Paredes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Colocarse implementos de limpieza 2. Buscar los insumos de limpieza 3. Aplicar los insumos según corresponda 4. Guardar todos los implementos e insumos 			
Elaborado por: Mg. Mejía		Revisado y autorizado: Adalberto Nieves	

Figura 47 Procedimiento de limpieza

5.1.6. Fase 5: Disciplina

La quinta fase de Disciplina propone mejorar y mantener los resultados ya logrados, busca que las actividades y estándares se reflejen de forma natural para los colaboradores, dentro de una de

la propuesta está tener un modelo de acta de reuniones, de esta manera será un deber documentar a los asistentes y llevar a cabo una bitácora de todas estas agendas, ver la tabla 28.

Tabla 28 Modelo de acta de reunión

ACTA DE REUNIÓN					Código:	FR001-S-05
					Versión	
					Vigencia:	
Fecha:		Duración:		Lugar:		
N°	Nombres y Apellidos	DNI	Rol	Firma		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Convenios						

También, se propone un programa de auditorías a futuro de las 5S, de esta forma se asegura que se sigan cumpliendo las tareas en las 5S, ver la tabla 29.

Tabla 29 Programa de auditorías

PROGRAMA DE AUDITORÍAS					Código:	FR002-S-05									
					Versión										
					Vigencia:										
N°	Proceso Auditado	AÑO 2020												Encargado	Observaciones
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
1															
2															
3															
4															
5															
6															

Además, se propone tener un informe de auditorías, donde se presenta los principales hallazgos en las visitas a la planta, las principales recomendaciones y *feedback* del profesional que realiza la auditoría, el nombre del auditor y personal entrevistado o auditado, el detalle se muestra en tabla 30.

Tabla 30 Informe de auditorías

INFORME DE AUDITORÍA	Código:	FR003-S-05
	Versión	
	Vigencia:	
Nro. Informe:		
Área: Producción		
Hallazgos		
Disconformidades		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
Conclusiones		
Personal Entrevistado		
Nombre y Apellidos	Función	
Audidores		
Nombre y Apellidos	Área	

Finalmente, en la fase de disciplina se propone un plan de incentivos con la finalidad de dar una recompensa monetaria a todos los colaboradores que muestren proactividad y buen desempeño dentro de las 5S, el detalle se muestra en la tabla 31.

Por otro lado, se plantea una propuesta de como quedaría el puntaje de auditoría en producción, después de aplicar las 5S. El resultado se ve en la tabla 32, se aprecia que el puntaje mejoraría notablemente alcanzando en promedio 24.2, siendo el puntaje máximo 28. Por otro lado, se tiene en la figura 48, la imagen radial de los puntajes obtenidos con respecto a los puntajes objetivos.

Tabla 31 Plan de incentivos

PLAN DE INCENTIVOS				
N°	Descripción	Tipo	Valor (S/)	Frecuencia
1	Colaborador del mes	Reconocimiento de honor	0	Cada 30 días
2	Bono	Bancario	99.99	Cada 30 días
3	Tarjeta para compras en mall	Bancario	99.99	Cada 30 días
4	Tarjeta para compras en comedor	Bancario	49.99	Cada 30 días
5	Free day	Mostrar la dignidad del colaborador	0	Cada 30 días

Tabla 32 Resultados de auditoría del área de producción

Id	5S	Peso	Puntos	Objetivo
S1	Clasificar	10%	24	28
S2	Ordenar	20%	25	28
S3	Limpiar	20%	24	28
S4	Estandarizar	25%	25	28
S5	Disciplinar	25%	23	28
Planes de acción			24.2	28

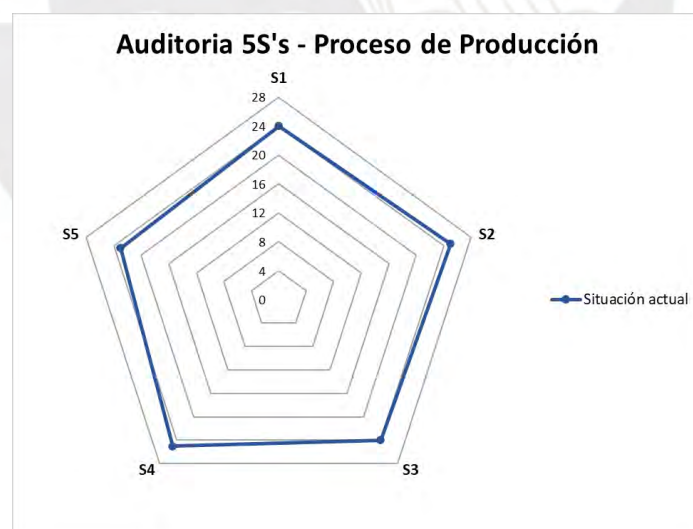


Figura 48 Gráfica radial de la auditoría de producción- Post 5S

Asimismo, también se muestra el resultado propuesto que tendría la zona 4 de almacenes luego de la aplicación de las 5S, estos almacenes se empleaban para el guardado de materia prima e incluso material en tránsito de los productos de detergentes, el cual ya no se mostraría visible

debido a la propuesta de aplicación de las 5S. Ver la tabla 33, se aprecia una mejora considerable pues el puntaje alcanzado es de 23.9, siendo el puntaje máximo de 28.

Tabla 33 Resultados de auditoría en almacén

Id	5S	Peso	Puntos	Objetivo
S1	Clasificar	10%	25	28
S2	Ordenar	20%	24	28
S3	Limpiar	20%	24	28
S4	Estandarizar	25%	24	28
S5	Disciplinar	25%	23	28
Planes de ejecución			23.9	28

Por otro lado, se tiene en la figura 49, la imagen radial de los puntajes obtenidos con respecto a los puntajes objetivos, donde se aprecia que se mejoraría en cada una de las fases.

Se puede concluir que ambas áreas pilotos cumplirían casi con el objetivo de llegar a un puntaje de 28, tras la aplicación de las 5S, pero no deberían descuidarse y deberían seguirse realizando auditorías a futuro.

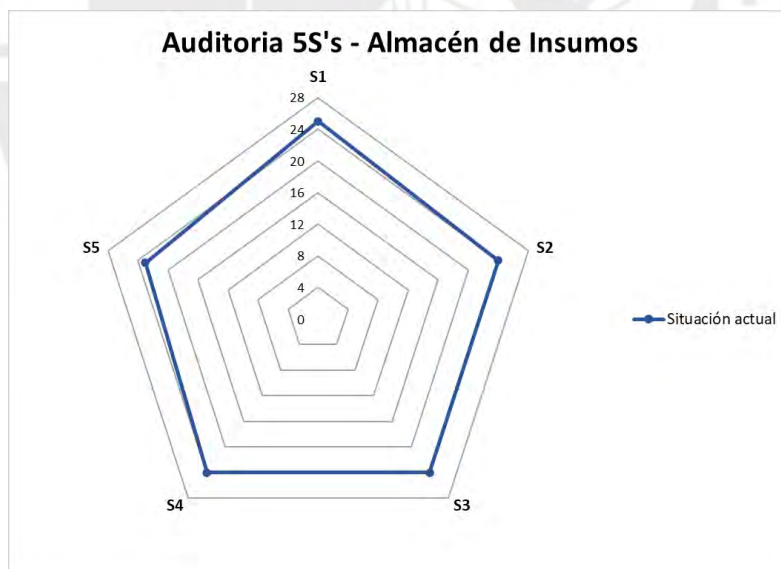


Figura 49 Gráfica radial de la auditoría de almacén

5.2. Propuesta de aplicación del TPM

Se propone seguir la metodología del ciclo de Deming, la cual tiene 4 fases que son Planificar, Hacer, Revisar y Actuar.

5.2.1. Planificar

El liderazgo es forzoso en la fundación e inauguración de un piloto de TPM por tanto ofrece la convicción de una certeza, conjuntamente que consienten que las situaciones originarias y primordiales sean las aptas.

Es forzoso que la Alta Gerencia deba participar en la propuesta de aplicación del TPM, debido a que por línea jerárquica tienen mayor poder de decisión. Es importante también, que los operarios se sientan apreciados, se les debe ofrecer adiestramientos, algunos temas a capacitar serían sobre las paradas de máquina y su incidencia en la productividad. Intrínsecamente en el adiestramiento, es importante estar alineado con las metas de la organización en la administración del mantenimiento, alineado siempre con producción, en requisitos de kpis, conjuntamente es necesario evaluar los ahorros generados. Los beneficios se alcanzan cuando el colaborador, alcanza concebir la jerarquía de este propósito de TPM y se adiciona de forma facultativa al plan.

Es necesarios brindar al colaborador un conocimiento sobre el TPM, también se procura estar al tanto de las directrices a perseguir, se intenta optimizar el involucramiento del colaborador y nutrir su fervor y adeudo con el propósito. Para ofrecer los adiestramientos, la compañía reacomodaría el comedor para las reuniones, además se propone preparar el moblaje y adquirir los instrumentos obligatorios para ofrecer una bienhechora práctica. El adiestramiento sería enfocado por el jefe de Producción y Supervisión. Dada la situación que son solo 10 personas en producción, se ejecutaría el adiestramiento una vez por turno, además se ofrecería conocimientos primordiales en diversos temas de Lean aplicado al mantenimiento.

Los temas serían los siguientes: mejora continua, gestión de mantenimiento, mantenimiento preventivo y gestión del cambio.

Luego de la capacitación se deberá constituir una comisión de Administración de Mantenimiento. Este se crea la meta de precisar catálogos en la sociedad, precisar las acciones, y directrices a realizar. Se resuelve efectuar una dirección de Administración de Mantenimiento, donde se nombrará a un líder, al cual se viene a adquirir. La organización se muestra en la figura 50.

El Líder de la Administración del TPM, coordina con el Gerente de Producción para un mejor trabajo en conjunto. Tiene algunas tareas como efectuar políticas que rijan las directrices de la Gestión de Mantenimiento, gestionar la adquisición de recurso humano y máquina, establecer metas y objetivos para los distintos proyectos que puedan surgir, controlar el cumplimiento del cronograma de estos proyectos, premiar y comunicar logros de equipos.



Figura 50 Organización del equipo TPM

El Directivo de Mantenimiento, tiene el deber de efectuar todas las metas propuestas por el modelo de administración de mantenimiento, para esto como la empresa no cuenta con un jefe de mantenimiento se contrata uno, quien se encarga de ejecutar las funciones mencionadas. Algunas de sus labores son: regir y regularizar las diligencias convenientes, propagar y efectuar la planificación de administración de mantenimiento en la empresa.

Equipo de Mantenimiento, estas unidades de administración de mantenimiento son acreditados como “Grupos de acción creativa” o “Grupos de acción para el mejoramiento continuo”. Este grupo lo conformarán 4 colaboradores, ellos serán piloteados por el técnico de más años en la empresa.

La política definida por la empresa se muestra en la figura 51.

“Dar la vuelta la mentalidad de los colaboradores en lo que respecta al mantenimiento de las máquinas y equipos, para incrementar la confiabilidad y disponibilidad de estas, reduciendo las tasas de averías y tiempos muertos para lograr una empresa de clase mundial”.

Figura 51 Política de TPM

Algunas metas propuestas son mermer las averías, reducir la entrega de los productos ocasionados por parada de maquinaria, la colaboración en conjunto con las otras áreas, especialmente con producción, la enseñanza y capacitación a los colaboradores, acrecentar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria y decrecer los gastos de mantenimiento.

El modelo de gestión de mantenimiento se muestra en un horizonte de 6 meses, está detallando en el cronograma en la figura 52.

ACTIVIDADES	AÑO 2022																											
	JUL				AGO				SET				OCT				NOV				DIC							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Análisis de situación actual	■	■	■	■																								
Identificar los equipos críticos y sus falas			■	■	■	■	■	■																				
Campaña de difusión y capacitación inicial sobre la Gestión de Mantenimiento			■	■	■	■	■	■																				
Formación del equipo de Gestión de Mantenimiento							■	■	■	■	■	■																
Creación de herramientas (formatos y fichas)									■	■	■	■																
Anunciamento de lanzamiento inicial											■	■																
Reuniones de capacitación y adiestramiento de herramientas													■	■	■	■	■	■	■	■								
Capacitaciones técnica de mantenimiento autónomo													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Implementar las herramientas en las áreas													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Revisión y mejora del programa de mantenimiento preventivo													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Auditoría de Herramientas y reevaluación de indicadores													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura 52 Cronograma de actividades del TPM

5.2.2. Ejecutar

Aquí en esta parte, se comienza con la implementación del TPM, se busca tener la máxima efectividad de las máquinas, esto se mide con el OEE. Además se busca el incremento de competencias de los colaboradores.

Este anuncio deberá ser realizado por la gerencia, que también comunicará los logros obtenidos. Además de las actividades a realizar, destinadas a las jefaturas y los *Team* de Mantenimiento, se evaluará como buena práctica, que la invitación sea extendida a los abastecedores y consumidores, para que ellos conozcan los planes de acción de la empresa.

Es necesario acrecentar las habilidades del equipo, para eso se emplean herramientas dentro del TPM que ayuda a identificar problemas en la línea de máquinas.

El uso de tarjetas por parte de los colaboradores es muy útil cuando se tiene que brindar el estado de las máquinas, además es preventivo para evitar usar una máquina en mal estado.

En primer lugar, se tiene el diseño de la tarjeta azul, la cual será utilizada cuando la máquina está en inspección, en este caso los reactores, el detalle se ve en la figura 53.

Figura 53 Diseño de Tarjeta Azul

Para el llenado de la tarjeta azul, dentro de la cara frontal, se destaca el número correlativo, el sector o línea, el usuario que acusa el problema, el lugar donde se encuentra la falla, la prioridad, la fecha de observación y el tiempo de anomalía identificada, ver figura 54.

Figura 54 Llenado de Tarjeta Azul- Frontal

Con respecto a la tarjeta azul, dentro del reverso, se destaca el número correlativo, la fecha y hora inicio, hora fin de la reparación, la persona que reparó la avería y la acción de corrección, en resumen, ver figura 55.

Este es el número correlativo o código de la tarjeta (la tarjeta ya viene codificada)

Indicar la fecha hora inicio, hora fin de la reparación

Escribir el nombre del operador que levanta esta anomalía

Escribir la acción de corrección de la anomalía. Quedará como historial para solución de problemas

CONTRAMEDIDA APLICADA A LA ACCIÓN

Fecha de realización: __/__/__

Inicio de reparación: _____

Fin de reparación: _____

Servicio realizado por: _____

Operador: _____

DESCRIPCIÓN DE LA CONTRAMEDIDA

Figura 55 Llenado de Tarjeta Azul- Reverso

También dentro del TPM se emplea una tarjeta roja, la cual se usará cuando la máquina está parada por avería, ver figura 56.

TPM OPERADOR

N° 20001

PRIORIDAD

A B C

Línea: _____ Fecha: __/__/__

Operador: _____

Unidad/Equipo: _____

TIPO DE ANOMALÍA

<input type="checkbox"/> CB	Condición Básica	<input type="checkbox"/> OI	Objeto innecesario
<input type="checkbox"/> FDS	Fuente de Suciedad	<input type="checkbox"/> FI	Falla Intima
<input type="checkbox"/> LDA	Lugar de difícil acceso	<input type="checkbox"/> LI	Local Inseguro
<input type="checkbox"/> FDC	Fuente de defectos de calidad		

DESCRIPCIÓN DE ANOMALÍA

Figura 56 Diseño de Tarjeta Roja

Además, se presenta la tabla 34 de anomalías identificadas en los reactores, donde destacan la falta de lubricación, limpieza y ajuste en el reactor.

Tabla 34 Anomalías identificadas en los reactores

Items	(1) Contextos primordiales	(2) Orígenes de inmundicia	(3) Zonas de dificultad de accesibilidad	(4) Orígenes de fallas	(5) Cosas nimias	(6) Infraestructura no seguros	(7) Fallas inferiores
Anomalías	Falla de lubricación	Bien	Para limpieza	Materiales extraños	Tuberías	Piso o escaleras gastadas	Porrazo
	Falla de válvulas	Materia prima	Para investigación	Rocío	Instrumentos de control	Luminosidad defectuosa	Pegadura
	Mal montaje de riel de válvula	Aceite	Para lubricación	Polvos	Sistemas eléctricos	Cosas rotativas sin guardas	
	Corrosión del tanque	Gas	Para maniobra	Viscosidad	Ustillajes	Sistemas de izaje con desperfecto	
	Pernos o tuercas (mal colocados/faltantes)	Líquidos	Para ajuste	Viscosidad	Vestiduras	Guardas o switch con desperfecto	
Restos				Fragmentos sobre salientes			

La propuesta de aplicación de Mantenimiento Autónomo se realiza con la finalidad de que el operario adquiera habilidades de mantenimiento y no dependa de un mecánico, esto hace que no le lleve tiempo de espera y no caiga en un tiempo ocioso, además que incrementa sus competencias para poder ser más eficiente, para esto debe pasar por un riguroso entrenamiento y además que se le debe proporcionar formatos. Las actividades se muestran en la tabla 35.

Tabla 35 Tareas de actividades de mantenimiento

Falla	Consecuencia de falla	Causa de Falla	Tarea de Mantenimiento	Tiempo (min)	Intervalo			Responsable
					D	S	M	
Reactor	Rozaduras Golpes	Manipulación de elementos químicos	Inspección	1	X			Técnico
		Roce de elementos químicos	Inspección	1.5	X			Técnico
		Manipulación de elementos externos	Inspección	5	X			Técnico
	Agresión de la superficie	Elementos químicos utilizados	Inspección	2	X			Técnico
	Contaminación biológica o inorgánica	Microorganismos resistentes	Limpieza	2		X		Técnico
		Manchas y puntos de oxidación	Limpieza	3	X			Técnico
	Afectación de superficie mecánica	Temperatura elevada	Inspección	1				Técnico
		Vapor	Inspección	1	X			Técnico
		Reactivos	Inspección	1.5	X			Técnico

	Afectación del generador de flujo	Elementos químicos utilizados	Inspección	3	X			Técnico
	Falla de válvula	Ajustado de forma errónea	Estandarización	0.5	X			Técnico
		Guía de válvula no mecanizada de forma centrada	Estandarización	0.5	X			Técnico
		Sobre calentamiento	Inspección	0.5	X			Técnico

Fuente: Mejia (2013)

Limpieza, Inspección, lubricación y Ajuste (LILA)

Se aplica con la finalidad de disminuir los costos que generan las máquinas a lo no tener un mantenimiento o tener fallas imprevistas, alguna de las fallas presentadas son la rozaduras o golpes, la agresión o formación de grietas en la superficie, la contaminación biológica o inorgánica, afectación de la superficie mecánica, afectación del generador de flujo y la falla de válvula, ver tabla 36, también se menciona la tarea de inspección, los tiempos, los intervalos de frecuencia y los responsables.

Tabla 36 Plan de inspección, lubricación y ajuste de reactores

Parte de máquina	Actividad	Estándar	Herramientas / Sentido	Tiempo (min)	Responsable			
					D	S	M	
Válvula de liberación de presión	Ajuste	Acople preciso	Desarmador	1		X		Técnico
Agitador	Ajuste	Ajuste exacto	Desarmador	0.5			X	Técnico
Línea de reciclaje	Lubricar	Nivel insuperable	Lubricante	1			X	Técnico
Descarga del reactor	Lubricar	Nivel óptimo	Lubricante	1.5			X	Técnico
Válvula de drenaje	Ajuste	Acople preciso	Desarmador	1		X		Técnico
Trampa de vapor	Lubricar	Nivel insuperable	Lubricante	1.5			X	Técnico
Generador de flujo	Lubricar	Nivel insuperable	Lubricante	0.5		X		Técnico
Eyector de chorro de vapor	Lubricar	Nivel insuperable	Lubricante	0.5			X	Técnico
Tanque	Limpieza	Libre de residuos polvo y químicos	Escobilla, trapo húmedo	10	X			Técnico
Sistema de control	Limpieza	Sin Suciedad	Escobilla Trapo seco	2	X			Técnico

Fuente: Mejia (2013)

En la figura 57 se muestra el antes y después del reactor luego de aplicar la limpieza y lubricación.



Figura 57 Antes y después del reactor

Propuesta de un programa de Mantenimiento Planificado

Este pilar es importante porque permite prevenir las fallas antes que ocurran, para lograr esto, los directivos deben de tener mucho compromiso en presentar un plan a detalle, además de capacitar a los principales mecánicos y técnicos encargados del mantenimiento, luego ellos deben de estar convencidos con esta metodología de trabajo, pues serán ellos los principales autores que con dedicación y esmero velarán por las máquinas.

Además, es necesario realizar una codificación de las maquinarias, ver figura 58. Se emplea la letra M para referirse a la “máquina”, también se tiene como IM a las iniciales de la maquinaria, la N hace referencia a la ubicación en el layout.

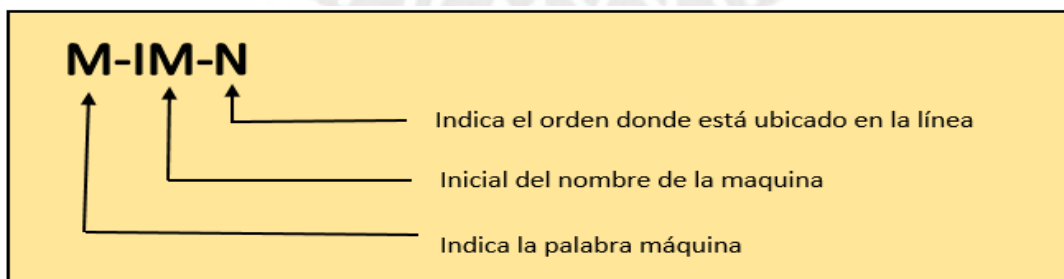


Figura 58 Codificación de máquinas

También se definirá la relación de equipos en la compañía, ver la tabla 37.

Tabla 37 Plan de inspección, lubricación y ajuste de reactores

N°	Código	Descripción	Modelo	Procedencia	Condición Actual
1	M-R-01	Reactor de 200L	LR-100-BASIC	China	Operativo
2	M-R-02	Reactor de 200L	LR-100-BASIC	China	Operativo
3	M-R-03	Reactor de 200L	LR-100-BASIC	China	Operativo

Otra de las propuestas es crear fichas técnicas, tal como se muestra en la figura 59, se resalta el código, la marca el modelo, altura, largo, ancho, potencia, peso, voltaje, entre otros.

En el anexo 8 se ve el plan de mantenimiento preventivo creado para la empresa, donde se resalta la actividad de mantenimiento por cada parte del reactor, la frecuencia de mantenimiento, los recursos a emplear, el responsable y el seguimiento programado y ejecutado con su respectivas fechas programadas y ejecutadas.

FICHA TÉCNICA		Código:	FR005-S-02
		Fecha:	
		Revisión:	
ÁREA DE PRODUCCIÓN			
DATOS GENERALES			
Nombre de máquina	Reactor de tanque		
Ubicación:	Producción		
Código:	MQ-REA-01		
Marca:	JCT		
Modelo:	DDL-S100E		
Procedencia:	China		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Altura máxima	130	cm	
Largo x ancho	130x 150	cm	
Grado de vacío	-0.098	MPa	
Reacción de presión	0.6	MPa	
Potencia	0.75	KW	
Peso	500	kg	
Voltaje	220	Voltios	
CONDICIÓN			
Estado Actual		Operativo	
Función:		Mezcla de insumos químicos	
Elaborado:		Revisado y Aprobado:	
Fecha:		Fecha:	

Figura 59 Ficha técnica del Reactor

5.2.3. Verificar

Mantenimiento Autónomo

Check list toma de puesto

En esta fase se propone realizar una hoja de chequeo donde se liste las principales actividades que debe realizar el operario en torno a la limpieza y el mantenimiento, que luego serán revisadas por el supervisor. Esta hoja de chequeo será principalmente constituida por actividades de mantenimiento y limpieza, que tengan como base la seguridad de los empleados.

Se pretende evitar las paradas de máquina por el mal funcionamiento de los equipos, además de capacitar al operario para que ellos mismo puedan desempeñar algunas funciones básicas de limpieza y mantenimiento. Este procedimiento propuesto será fácil de usar, permitirá que el operario consiga registrar con facilidad la hoja de chequeo. Se propone que esto se realice cada vez que se ha empleado la limpieza y/o mantenimiento de las máquinas y se estima un tiempo de duración no mayor a 5 minutos, el detalle se muestra en la figura 60.

















MANTENIMIENTO	CHECK LIST (REACTOR)		Tiempo (min)	TURNO:						
	MÁQUINA: REACTOR	LÍNEA: 1		Mañana/Tarde/Noche						
Con carácter general ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Indicar la frecuencia						
				L	M	M	J	V	S	D
		ZONA DE GUÍA								
		Inspección del adaptador de plástico	5							
		Inspección de puerto universal	5							
	 	ZONA DE HUSILLOS								
		Inspección de llave de paso	5							
	 	ZONA DE ESTRÍAS								
		Inspección de válvula de bola (ON/OFF)								
	 	ZONA DE ENGRANAJES								
		Inspección de control de nivel								
		Limpieza de control de nivel	5							

Figura 60 Check list de toma de puesto del Reactor

El check list de toma de puesto tiene en la figura 61 la leyenda de la simbología empleada.







LEYENDA	
	INSPECCIONAR
	LIMPIAR
	AJUSTAR
	PINTAR
	LUBRICAR
	CERRAR
	RESANAR

Figura 61 Leyenda de *check list* de toma de puesto

Esta hoja de control permite que el colaborador pueda estar atento a las fallas y lleve una recopilación de estas, de esta forma se puede hacer una trazabilidad y registro para luego pensar en diagnosticar las causas y seguir mejorando, el detalle se muestra en el anexo 9.

Mantenimiento Planificado

Se emplea el formato de registro de la máquina, el cual sirve para encontrar defectos, además es empleado como acción preventiva, también sirve para recopilar los materiales utilizados en la actividad de mantenimiento planificado, así como los repuestos empleados, el detalle del registro de trabajo se muestra en la figura 62.

	REGISTRO DE TRABAJO	Código: RT-001	
		FECHA: 10/12/2022	
		Revisión: 0	
Máquina:		Frecuencia	
Fecha:		Mensual	
Código:		Trimestral	
Defecto:		Semestral	
		Anual	
Actividad:			
Repuestos utilizados:			
Estado de máquina:			
Observaciones:			
Ejecutado por:			

Figura 62 Registro de trabajo

Otro formato propuesto es el registro de mantenimiento, que tiene como fin llevar un control del mantenimiento planificado de todas las máquinas, se muestra el detalle del tipo de mantenimiento (preventivo o correctivo), la acción realizada, la fecha de realización, el técnico que realizó el mantenimiento y alguna observación que pueda existir en el camino de la ejecución, el detalle del del registro de mantenimiento se muestra en la figura 63.













MANTENIMIENTO	GAMA DE INSPECCIÓN Y LIMPIEZA (REACTOR)			TURNO: Mañana/Tarde/Noche							
	MÁQUINA: REACTOR	LÍNEA: 1									
Con carácter general ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Tiempo (min)	Indicar la frecuencia						
					L	M	M	J	V	S	D
	 	ZONA DE GUÍA									
		1.1	Inspección del adaptador de plástico	5							
		1.2	Inspección de puerto universal	5							
	 	ZONA DE HUSILLOS									
		1.1	Inspección de llave de paso	5							
		1.1	Lubricar llave de paso								
	 	ZONA DE ESTRÍAS									
		1.1	Inspección de válvula de bola (ON/OFF)	5							
		1.1	Ajuste de válvula de bola								
	 	ZONA DE ENGRANAJES									
		1.1	Inspección de control de nivel	5							
			Limpieza de control de nivel								

Figura 64 Gamas de inspección y limpieza del Reactor

Las gamas de inspección y limpieza tienen en la figura 65 la leyenda de la simbología empleada.

LEYENDA	
	INSPECCIONAR
	LIMPIAR
	AJUSTAR
	PINTAR
	LUBRICAR
	CERRAR
	RESANAR

Figura 65 Leyenda de *check list* de toma de puesto

La capacitación brindada al personal sobre el uso de la hoja de chequeo será basta. Asimismo, las gamas y las listas de chequeo, al inicio serán supervisadas por el equipo de Mantenimiento. La gama de la inspección tendrá una duración de 30 minutos mientras la lista de chequeo estará comprendida de 10 a 15 minutos porque se realiza gamas en cada estación de trabajo, además se propone tener una planilla de descripción de anomalías, ver la tabla 38.

Tabla 38 Planilla de descripción de anomalías

Origen		Fechas	Detalle de imprevistos	N Orden de resarcimiento	Trabajo ejecutado	Fechas	Piloto
Lista de chequeo	X						
Anomalia	X						
Lista de chequeo	X						
Anomalia	X						

5.3. Indicadores finales

5.3.1. Cálculo del OEE inicial

Para el cálculo del OEE inicial del reactor 1, se calcula mediante el tiempo calendario el cual son 3,756 horas anuales, el tiempo de operación el cual se obtiene de la resta entre el tiempo calendario y el tiempo no programado (52 horas anuales) y se obtiene 3,704 horas. Luego, se muestra el tiempo de carga el cual se obtiene de la resta del tiempo de operación y el tiempo de paradas planificadas (48 horas anuales) el cual muestra un valor de 3, 656 horas; para el tiempo bruto de producción, se tiene que realizar la resta entre el tiempo de carga y las paradas no planificadas (846 horas para el reactor 1) donde se obtiene un valor de 2, 810 horas. Además, se presenta el tiempo neto de producción el cual se obtiene de la resta entre el tiempo bruto de producción y las pérdidas de eficiencia (183 horas) dando un valor de 2, 6 28 horas. Finalmente, se muestra el tiempo de valor añadido el cual se obtiene de la resta entre el tiempo neto de producción y las pérdidas de calidad (39 horas) dando un valor de 2, 588 horas, ver figura 66 y tabla 39.

Tiempo Calendario		3756 horas					
A	Tiempo de Operación	3704 horas		Tiempo no programado	52	Horas	
B	Tiempo de carga	3656 horas		Paradas planificadas	48	Horas	
C	Tiempo bruto de producción	2810 horas		Paradas no planificadas	846	Horas	
D	Tiempo neto de Producción	2628 horas		Pérdidas de eficiencia	183	Horas	
E	Tiempo de Valor añadido	2588 horas		Pérdidas de calidad	39	Horas	

Figura 66 OEE inicial del reactor 1

De la tabla 39, se halla el OEE, el cual es de 71%, se emplea la disponibilidad con 77%, el rendimiento es 94% y la calidad es de 99%, ver tabla 40.

Tabla 39 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 1

Categoría OEE	Descripción	Tiempo (horas)
	Tiempo Calendario	3756
A	Tiempo de Operación	3704
	Tiempo no programado	52
B	Tiempo de carga	3656
	Paradas Planificadas	48
C	Tiempo bruto de producción	2810
	Paradas No Planificadas	846
D	Tiempo Neto de Producción	2628
	Pérdidas de eficiencia	183
E	Tiempo de valor añadido	2588
	Pérdidas de calidad	39

Tabla 40 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 1

Indicadores del OEE	Valores
Disponibilidad C/B	77%
Tasa de Rendimiento D/C	94%
Tasa de Calidad E/D	99%
OEE	71%

Para el cálculo del OEE inicial del reactor 2, se siguen los mismos pasos del cálculo del OEE inicial del reactor 1, se resalta un tiempo de carga de 3, 656 horas, un tiempo bruto de producción de 2, 772 horas, un tiempo neto de producción de 2, 590 horas y un tiempo de valor añadido de 2, 551 horas, ver tabla 41. El OEE inicial del reactor 2, se muestra en la tabla 42, donde se destaca la disponibilidad con 76 %, el rendimiento es de 93%, la calidad es de 99% y un OEE que es 70 %.

Tabla 41 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 2

Categoría OEE	Descripción	Tiempo (horas)
	Tiempo Calendario	3756
A	Tiempo de Operación	3704
	Tiempo no programado	52
B	Tiempo de carga	3656
	Paradas Planificadas	48
C	Tiempo bruto de producción	2772
	Paradas No Planificadas	884
D	Tiempo Neto de Producción	2590
	Pérdidas de eficiencia	183
E	Tiempo de valor añadido	2551
	Pérdidas de calidad	39

Tabla 42 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 2

Indicadores del OEE	Valores
Disponibilidad C/B	76%
Tasa de Rendimiento D/C	93%
Tasa de Calidad E/D	99%
OEE	70%

Para el cálculo del OEE inicial del reactor 3, se siguen los mismos pasos del cálculo del OEE inicial del reactor 1 y 2, se resalta un tiempo de carga de 3, 656 horas, un tiempo bruto de producción de 2, 796 horas, un tiempo neto de producción de 2, 614 horas y un tiempo de valor añadido de 2, 574 horas, ver tabla 43.

Tabla 43 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 3

Categoría OEE	Descripción	Tiempo (horas)
	Tiempo Calendario	3756
A	Tiempo de Operación	3704
	Tiempo no programado	52
B	Tiempo de carga	3656
	Paradas Planificadas	48
C	Tiempo bruto de producción	2796
	Paradas No Planificadas	860
D	Tiempo Neto de Producción	2614
	Pérdidas de eficiencia	183
E	Tiempo de valor añadido	2574
	Pérdidas de calidad	39

El OEE inicial del reactor 3, se muestra en la tabla 44, donde se destaca la disponibilidad con 76 %, el rendimiento con 93%, la calidad con 99% y un OEE que es 70 %.

Tabla 44 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 3

Indicadores del OEE	Valores
Disponibilidad C/B	76%
Tasa de Rendimiento D/C	93%
Tasa de Calidad E/D	99%
OEE	70%

5.3.2. Propuesta de cálculo del OEE después de implementar TPM

Para la propuesta del cálculo del OEE después de implementar el TPM, para el reactor 1, se tiene un tiempo de operación de 3, 704, un tiempo de carga de 3, 656, un tiempo bruto de producción de 2, 810, un tiempo de neto de producción de 2, 728, el cual se ve afectado por la disminución

de las paradas no planificadas, las cuales pasan de 846 a 746 y un tiempo de valor añadido de 2, 687. Ver tabla 45.

Tabla 45 Resumen del cálculo del OEE después del TPM del reactor 1

Categoría OEE	Descripción	Tiempo (horas)
	Tiempo Calendario	3756
A	Tiempo de Operación	3704
	Tiempo no programado	52
B	Tiempo de carga	3656
	Paradas Planificadas	48
C	Tiempo bruto de producción	2910
	Paradas No Planificadas	746
D	Tiempo Neto de Producción	2728
	Pérdidas de eficiencia	183
E	Tiempo de valor añadido	2687
	Pérdidas de calidad	41

De la tabla 46, se halla el cálculo del OEE, el cual pasó de 71 a 73%, mientras que la disponibilidad pasó de 77 a 80%, la tasa de rendimiento se mantuvo en 94% y la tasa de calidad se mantuvo en 99%.

Tabla 46 Resumen del cálculo del OEE después del TPM del reactor 1

Indicadores del OEE	Valores
Disponibilidad C/B	80%
Tasa de Rendimiento D/C	94%
Tasa de Calidad E/D	99%
OEE	73%

Para el cálculo del OEE después de implementar el TPM, para el reactor 2, se tiene un tiempo de operación de 3, 704, un tiempo de carga de 3, 656, un tiempo bruto de producción de 2, 872, un tiempo de neto de producción de 2, 690, el cual se ve afectado por la disminución de las paradas no planificadas, las cuales pasan de 884 a 784 y un tiempo de valor añadido de 2, 649. Ver tabla 47.

Tabla 47 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 2

Categoría OEE	Descripción	Tiempo (horas)
	Tiempo Calendario	3756
A	Tiempo de Operación	3704
	Tiempo no programado	52
B	Tiempo de carga	3656
	Paradas Planificadas	48
C	Tiempo bruto de producción	2872
	Paradas No Planificadas	784
D	Tiempo Neto de Producción	2690
	Pérdidas de eficiencia	183
E	Tiempo de valor añadido	2649
	Pérdidas de calidad	40

De la tabla 48, se halla el OEE, el cual pasó de 70 a 72%, mientras que la disponibilidad pasó de 76 a 79%, la tasa de rendimiento se mantuvo en 94% y la tasa de calidad se mantuvo en 99%.

Tabla 48 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 2

Indicadores del OEE	Valores
Disponibilidad C/B	79%
Tasa de Rendimiento D/C	93%
Tasa de Calidad E/D	99%
OEE	72%

Para el cálculo del OEE después de implementar el TPM, para el reactor 3, se tiene un tiempo de operación de 3, 704, un tiempo de carga de 3, 656, un tiempo bruto de producción de 2, 922, un tiempo de neto de producción de 2, 740, el cual se ve afectado por la disminución de las paradas no planificadas, las cuales pasan de 860 a 734 y un tiempo de valor añadido de 2, 698. Ver la tabla 49.

Tabla 49 Resumen del cálculo del OEE después del TPM del reactor 3

Categoría OEE	Descripción	Tiempo (horas)
	Tiempo Calendario	3756
A	Tiempo de Operación	3704
	Tiempo no programado	52
B	Tiempo de carga	3656
	Paradas Planificadas	48
C	Tiempo bruto de producción	2922
	Paradas No Planificadas	734
D	Tiempo Neto de Producción	2740
	Pérdidas de eficiencia	183
E	Tiempo de valor añadido	2698
	Pérdidas de calidad	41

De la tabla 50, se calcula el OEE, el cual pasó de 70 a 74%, mientras que la disponibilidad pasó de 76 a 80%, la tasa de rendimiento se mantuvo en 94% y la tasa de calidad se mantuvo en 99%.

Tabla 50 Resumen del cálculo del OEE inicial del reactor 3

Indicadores del OEE	Valores
Disponibilidad C/B	80%
Tasa de Rendimiento D/C	93%
Tasa de Calidad E/D	99%
OEE	74%

5.3.3. Incremento de productividad

Se puede apreciar en la tabla 51 que la productividad promedio se incrementará de 69 a 71 debido a la mejora, esto debido a que la producción de unidades crece en promedio un 2 %. Además, se observa que se tiene incrementaría sus ingresos en S/37, 176 anuales. Por otro lado, en la figura 67, se ve el comparativo de la productividad en la compañía, donde se aprecia el crecimiento de 2% mencionado.

Tabla 51 Cálculo de la productividad

Mes	Producción Antes (unid.)	Productividad Antes (unid. / H-H)	Producción Después (unid.)	Productividad Después (unid. / H-H)	Costos Antes	Costos Después	Diferencia
Ene	14,013	62	14,293	63	S/ 28,170	S/ 25,367	S/ 2,803
Feb	14,402	67	14,690	68	S/ 1,000	S/ -	S/ 1,000
Mar	11,414	51	11,642	52	S/ 10,460	S/ 8,177	S/ 2,283
Abr	15,806	76	16,122	78	S/ 22,440	S/ 19,279	S/ 3,161
May	16,314	63	16,640	64	S/ 14,160	S/ 10,897	S/ 3,263
Jun	15,049	69	15,350	71	S/ 17,810	S/ 14,800	S/ 3,010
Jul	22,352	103	22,799	105	S/ 64,280	S/ 59,810	S/ 4,470
Ago	13,737	61	14,012	63	S/ 6,230	S/ 3,483	S/ 2,747
Set	16,714	74	17,048	75	S/ 49,060	S/ 45,717	S/ 3,343
Oct	13,983	62	14,263	64	S/ 17,870	S/ 15,073	S/ 2,797
Nov	21,044	97	21,465	99	S/ 10,060	S/ 5,851	S/ 4,209
Dic	11,052	51	11,273	52	S/ 8,980	S/ 6,770	S/ 2,210
Total	185,880	69	189,598	71	S/ 250,520	S/ 213,344	S/ 37,176

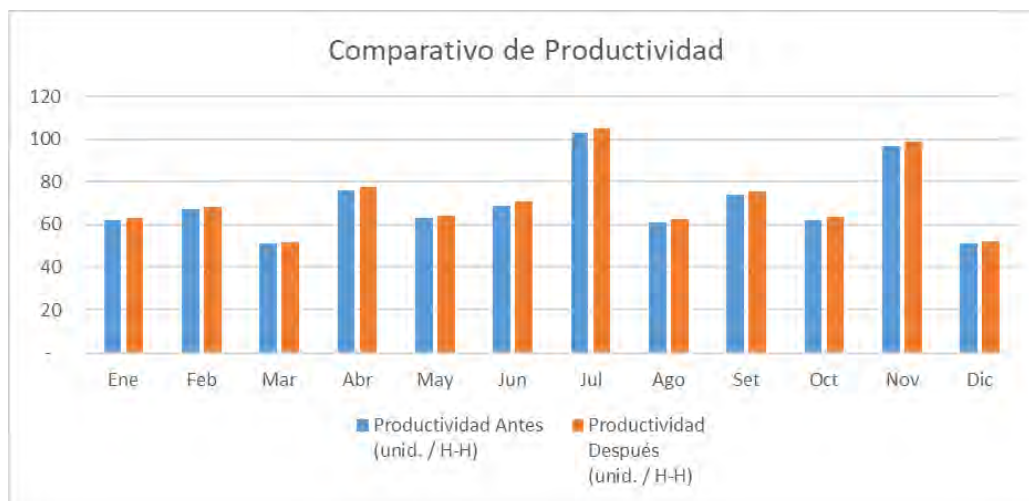


Figura 67 Comparativo de productividad

5.3.4. Paradas no planificadas por averías

Otro de los problemas presentados son las paradas no planificadas por averías, ver tabla 52, se muestra el número de paradas de máquinas en los meses del año 2021 la cual es de 111, donde existe una reducción a 53, la cantidad de horas de parada por mes, suman en total 1,186 horas al año, existe una reducción a 860 horas al año, el costo de reparación de las paradas ascendía a S/ 449, 379, ahora se ha reducido a S/215, 900.

Tabla 52 Cantidad de horas paradas antes y después de la mejora

Mes	Cantidad de paradas- Antes	Horas de parada- Antes	Cantidad de paradas- Después	Horas de parada- Después	Pérdida Paradas- Antes (S/)	Pérdida Paradas- Después (S/)	Ahorro S/
Ene	3	60.0	2	40.0	S/ 12,272	S/ 8,181	S/ 4,091
Feb	4	65.0	2	45.0	S/ 16,295	S/ 8,204	S/ 8,091
Mar	12	110.0	6	85.0	S/ 48,499	S/ 24,386	S/ 24,113
Abr	6	90.0	4	75.0	S/ 24,408	S/ 16,340	S/ 8,068
May	5	75.0	3	50.0	S/ 20,340	S/ 12,227	S/ 8,113
Jun	7	92.0	3	80.0	S/ 28,417	S/ 12,363	S/ 16,054
Jul	9	72.0	4	60.0	S/ 36,327	S/ 16,272	S/ 20,054
Ago	11	105.0	5	85.0	S/ 44,476	S/ 20,386	S/ 24,091
Set	12	111.0	6	85.0	S/ 48,503	S/ 24,386	S/ 24,118
Oct	13	128.0	5	90.0	S/ 52,581	S/ 20,408	S/ 32,172
Nov	14	136.0	6	80.0	S/ 56,617	S/ 24,363	S/ 32,254
Dic	15	142.0	7	85.0	S/ 60,644	S/ 28,386	S/ 32,259
Total	111	1186	53	860	S/ 449,379	S/ 215,900	S/ 233,479

Además, en la figura 68, se aprecia la distribución de horas de paradas no planificadas por averías en los meses del año 2021 y el año 2022, se planea que los valores disminuyan.

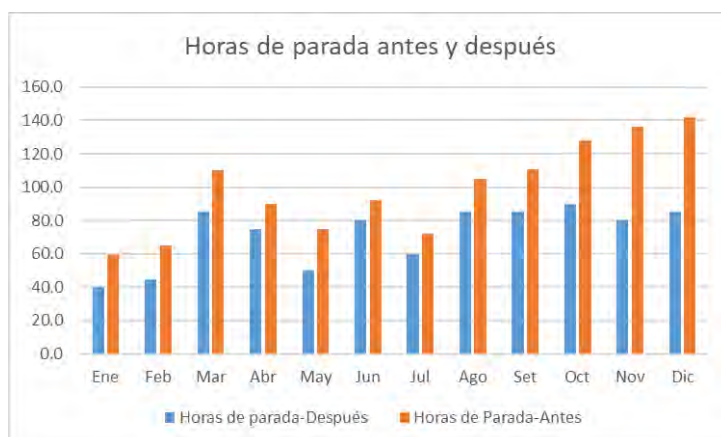


Figura 68 Distribución de horas de paradas mensual-año 2021 y 2022

5.3.5. Reprocesos

Otro de los problemas presentados son los reprocesos, ver tabla 53, se muestra el número de reprocesos que es del 30% durante el 2021, el costo de pérdida por reproceso ascendía a S/ 227, 341, al 2022, la cantidad de reprocesos es del 20%, el costo asciende a S/ 154, 592, se tiene un ahorro anual de S/ 72, 749.

Tabla 53 Cálculo de reprocesos

Mes	Cantidad Prod. Reproceso (unid.)	Reproceso Antes (%)	Pérdida Total Defectuosos Antes (S/)	Reproceso Después (%)	Pérdida Total Defectuosos Después (S/)	Ahorro (S/)
Ene	4,204	30.0%	S/ 17,139	20.0%	S/ 11,654	S/ 5,484
Feb	4,321	30.0%	S/ 17,614	20.0%	S/ 11,978	S/ 5,637
Mar	3,424	30.0%	S/ 13,960	20.0%	S/ 9,493	S/ 4,467
Abr	4,742	30.0%	S/ 19,332	20.0%	S/ 13,145	S/ 6,186
May	4,894	30.0%	S/ 19,953	20.0%	S/ 13,568	S/ 6,385
Jun	4,515	30.0%	S/ 18,406	20.0%	S/ 12,516	S/ 5,890
Jul	6,706	30.0%	S/ 27,338	20.0%	S/ 18,590	S/ 8,748
Ago	4,121	30.0%	S/ 16,801	20.0%	S/ 11,425	S/ 5,376
Set	5,014	30.0%	S/ 20,442	20.0%	S/ 13,901	S/ 6,541
Oct	4,195	30.0%	S/ 17,102	20.0%	S/ 11,629	S/ 5,473
Nov	6,313	30.0%	S/ 25,738	20.0%	S/ 17,502	S/ 8,236
Dic	3,316	30.0%	S/ 13,517	20.0%	S/ 9,192	S/ 4,325
Total	55,764	30.0%	S/ 227,341	20.0%	S/ 154,592	S/ 72,749

En la figura 69, se aprecia los reprocesos de los productos en los meses del año 2021, se aprecia que los valores representan 30% de la producción, mientras que al año 2022, se planea lograr disminuir los valores de reprocesos a 20% de la producción.

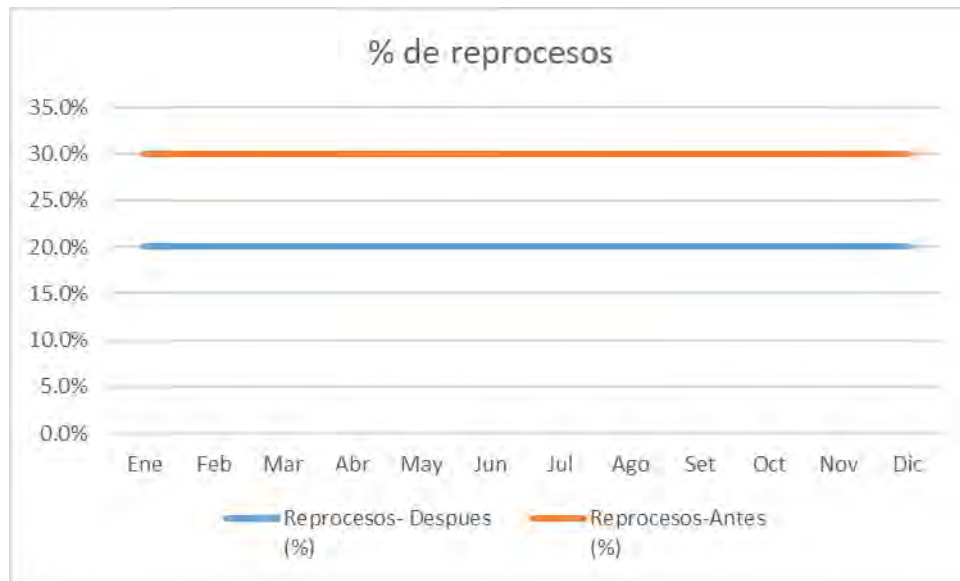


Figura 69 Distribución de reprocesos mensual-año 2021 y 2022



CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este acápite, se exponen las principales partidas que se emplean para la evaluación económica del proyecto, destacan la inversión de las herramientas, los ingresos generados, los costos incurridos, el flujo de caja económico y la evaluación de los indicadores financieros.

6.1. Cálculo del costo horario del personal de producción

Dentro de la tabla 54 se muestra los principales costos incididos del personal en la empresa, donde se resalta el sueldo de los operarios, el gerente de producción, el jefe de seguridad y el jefe de operaciones, se muestra también el costo diario de este sueldo y el costo por hora.

Tabla 54 Cálculo de reprocesos

Colaboradores	Cantidad	Costo/mes	días	costo/diario	horas	costo/hora
Operarios	10	S/ 1,025	24	S/ 42.7	8	S/ 5.3
Gerente de Producción	1	S/ 8,000	24	S/ 333.3	8	S/ 41.7
Jefe de seguridad	1	S/ 5,500	24	S/ 229.2	8	S/ 28.6
Jefe de operaciones	1	S/ 6,000	24	S/ 250.0	8	S/ 31.3

6.2. Inversión del proyecto

6.2.1. Cálculo de inversión por la propuesta de aplicar las 5S

Dentro de la tabla 55 se muestra los principales costos incurridos por la propuesta de aplicar las 5S, donde se resalta los costos de implementación de los materiales, objetos, implementos de seguridad, las reuniones de inducción, capacitación profunda, capacitación de las 5 fases y el monitoreo, se menciona también que se cuenta con la participación de un consultor externo y su asistente, el detalle de todas las partidas se muestra en el anexo 10.

Tabla 55 Cálculo de fases de 5S

Fases	Costos
Costos de propuesta de aplicación	S/ 12,635
Reuniones de inducción	S/ 2,275
Capacitación profunda	S/ 1,303
Costo de reunión 1s y 2s	S/ 5,873
Costo de reunión 3s y 4s	S/ 5,633
Costo de 5S y monitoreo	S/ 3,620
Total	S/ 31,339

6.2.2. Cálculo de inversión por la propuesta de aplicar el TPM

Dentro de la tabla 56 se aprecia los principales costos incurridos para la propuesta de aplicar TPM, se cuenta con los costos de implementación donde se tiene una pizarra, las tarjetas de mantenimiento, la papelería y la dinámica lúdica, por otro lado, se tiene las horas del personal que es capacitado en conceptos y principales técnicas del TPM, se totaliza un monto de S/27, 087.

Tabla 56 Cálculo de costos de propuesta de aplicación del TPM

Etapas	Costos Degradados	Costo	Cantidad	Horas	TOTAL
Costos de Implementación	Tablero de Control Visual	S/ 480	1		S/ 480
	Cartulinas	S/ 7.5	20		S/ 150
	Playgos	S/ 250	4		S/ 1,000
	Escribanía (afiches, hojas)	S/ 40	1		S/ 40
	Subtotal					S/ 1,670
Capacitación TPM (horas)	Costo de Operarios	S/ 5	10	30	S/ 1,602
	Costo de gerente de producción	S/ 42	1	10	S/ 417
	Costo de jefe de seguridad	S/ 29	1	15	S/ 430
	Costo de jefe de operaciones	S/ 31	1	15	S/ 469
	Costo del capacitador (Consultor senior)	S/ 450	1	30	S/ 13,500
	Costo de consultor junior	S/ 150	2	30	S/ 9,000
	Subtotal					S/ 25,417
Total					S/ 27,087

En la tabla 57 se aprecia el costo de contratar al equipo de mantenimiento TPM, el cual está compuesto por un jefe, dos asistentes, además, se tiene que acondicionar un centro de trabajo con computadoras y útiles de escritorio, este monto asciende a S/100, 500.

Tabla 57 Costo de contratar al equipo TPM

Costos Degradados	Costo	Cantidad	Meses	Factor	TOTAL
Jefe de Mantenimiento	S/ 6,000	1	6	1.52	S/ 54,720
Asistente de Mantenimiento	S/ 2,000	2	6	1.52	S/ 36,480
Computadoras	S/ 3,000	3			S/ 9,000
Escribanía (afiches, hojas)	S/ 300	1	1		S/ 300
Total					S/ 100,500

Dentro la tabla 58 se muestra el costo de los repuestos de mantenimiento, los cuales son necesarios para la propuesta de aplicación del mantenimiento planificado, destacan los repuestos de válvulas, agitador, generador de flujo, eyecto y sistema de control, todos estos repuestos, ascienden a un costo de S/ 18, 500.

Tabla 58 Costo de repuestos de mantenimiento

	Detalle	Costo	Cuantía	TOTAL
Costos de repuestos de mantenimiento	Válvula liberación de presión	S/ 350	5	S/ 1,750
	Válvula de drenaje	S/ 500	4	S/ 2,000
	Agitador	S/ 3,000	3	S/ 9,000
	Trampa de vapor	S/ 250	2	S/ 500
	Generador de flujo	S/ 1,800	2	S/ 3,600
	Eyector de chorro de vapor	S/ 400	3	S/ 1,200
	Sistema de control	S/ 150	3	S/ 450
	Total			S/ 18,500

Dentro la tabla 59 se aprecia el costo de los insumos empleados en el mantenimiento, los cuales son necesarios para la propuesta de aplicación del mantenimiento planificado, destacan algunos químicos como desinfectante, el líquido de desincrustación, y los insumos para la limpieza, ascienden a un costo de S/ 6, 780.

Tabla 59 Costo de insumos de mantenimiento

	Detalle	Costo	Cantidad	TOTAL
Costos insumos para mantenimiento	Desincrustación de sarro (20L)	S/ 200	6	S/ 1,200
	Desinfectante de dióxido (20L)	S/ 370	3	S/ 1,110
	Grasa de lithium (kg)	S/ 35	6	S/ 210
	Engrasado manual	S/ 35	1	S/ 35
	Frasco medidor de 500 ml	S/ 25	1	S/ 25
	Bomba de alta presión 3600 psi	S/ 1,200	1	S/ 1,200
	Generador de vapor y agua caliente	S/ 3,000	1	S/ 3,000
	Total			S/ 6,780

6.2.3. Cálculo de inversión por la investigación

Dentro de la tabla 60 se muestra el total de la inversión que realiza el investigador el cual asciende a S/6,000.

Tabla 60 Total de inversión

Detalle	Monto
Costo de viáticos	S/ 600
Costo laptop	S/ 4,000
Costo de luz	S/ 1200
Materiales de escritorio	S/ 100
Alimentos	S/ 100
Total	S/6,000

6.2.4. Cálculo de inversión por la propuesta de aplicación de todas las herramientas

Dentro de la tabla 61 se muestra el total de la inversión que asciende a S/190, 206, esto comprende las propuestas de aplicación de las 5S, TPM, contratación del equipo TPM, repuestos e insumos de mantenimiento.

Tabla 61 Total de inversión

Detalle	Monto
Propuesta de aplicación de 5s	S/ 31,339
Propuesta de aplicación de TPM	S/ 27,087
Contratación de equipo TPM	S/ 100,500
Repuestos de mantenimiento	S/ 18,500
Insumos para mantenimiento	S/ 6,780
Investigación	S/ 6,000
Total	S/190, 206

6.3. Ingresos generados por las propuestas de mejora

6.3.1. Ingresos generados por la propuesta de 5S

Debido a la aplicación de las 5s, se ha logrado reducir reprocesos, al reducir el tiempo invertido en reprocesos, este tiempo puede ser utilizado en producir más unidades, es decir se logra un incremento de productividad, esto permite reducir la brecha de venta perdida.

Dentro de la tabla 62 se muestra el incremento de ingresos debido a la productividad, antes de la propuesta se tenía un costo de oportunidad de venta perdida de S/250, 520, con una producción de 185,880, luego después de la mejora se incrementa la producción a 189, 598l esto provoca que la venta perdida se reduzca a S/ 213, 344, la diferencia es un ahorro en generado en reducción del costo de oportunidad de venta pérdida anual de S/ 37, 176, este término también se puede entender como un ingreso generado por incremento de productividad.

Tabla 62 Ahorro generado por reducción de ventas perdidas

Detalle	Monto
Costos de venta perdida-Antes	S/ 250,520
Producción-Antes	185,880
Costos de venta perdida-Después	S/ 213,344
Producción-Después	189, 598l
Ahorro de costos	S/ 37,176

Asimismo, la reducción de reprocesos, significa eliminar esas actividades innecesarias en resolver estos inconvenientes, además que se elimina ese costo de solución de reprocesos. Dentro de la tabla 63 se muestra el incremento de ingresos, debido al ahorro formado por la reducción de reprocesos, antes de la mejora se tenía un monto de S/ 227, 341 y una cantidad de reprocesos de 55, 764 unidades, luego de la mejora se pasa a un monto de S/154, 592 y 37, 920 unidades de reprocesos, esto representa un ahorro anual de S/ 72, 749.

Tabla 63 Ahorro generado por reducción de reprocesos

Detalle	Monto
Costos de venta perdida-Antes	S/ 227, 341
Cantidad de reprocesos-Antes	55, 764
Costos de venta perdida-Después	S/ 154, 592
Cantidad de reprocesos -Después	37, 920
Ahorro de costos	S/ 72, 749

6.3.2. Ingresos generados por la propuesta de aplicar TPM

La propuesta de aplicar el TPM permitirá reducir las averías de máquina, cada avería, tiene un costo de reparación de maquinaria, además que provoca un tiempo de parada, donde los operarios

se quedan en tiempo ocioso, mientras esperan la reparación, se entiende que a pesar que ellos no trabajan durante ese tiempo, se les está pagando por no hacer ninguna labor.

En la tabla 64 se muestra el incremento de ingresos, debido al ahorro forjado gracias a la reducción de paradas de máquina por avería, antes de la mejora se tenía un monto de S/ 449, 379 y una cantidad de horas de parada de 1, 186, luego de la mejora se pasa a un monto de S/215, 900 y 860 horas de parada, esto representa un ahorro anual de S/ 233, 479.

Tabla 64 Ahorro generado por reducción de paradas de máquina por avería

Dato	Monto
Costos de venta perdida-Antes	S/ 449, 379
Horas de parada-Antes	1, 186
Costos de venta perdida-Después	S/ 215, 900
Cantidad de reprocesos -Después	860
Ahorro de costos	S/ 233, 479

6.3.3. Ingresos generados por implementar todas las herramientas

En la tabla 65 se prototipa el total de ingresos forjados por la reducción del costo de venta perdida, por la reducción de costos por reprocesos y por la reducción del costo por paradas por averías de máquina, este monto de ingresos generados asciende a S/343, 404 de forma anual.

Tabla 65 Total de ingresos generados

Detalle	Monto
Reducción de costos por venta perdida	S/ 37,176
Reducción de costos por reprocesos	S/ 72, 749
Reducción de costos por paradas de máquina	S/ 233, 479
Total	S/343, 404

6.4. Costos generados por las propuestas de mejora

Dentro de la tabla 66 se muestra los costos incididos en las 5S, solo se toma en cuenta la papelería y renovación de objetos, también las auditorías para las 5 fases que se dan progresivamente en compañía de los expertos, este costo asciende a S/ 4, 903.

Tabla 66 Costos para mantener las 5S

Fases	Costos
Costos de papelería	S/ 1,303
Auditorías primera y segunda S	S/ 1,200
Auditorías tercera y cuarta S	S/ 1,200
Auditorías 5S y monitoreo	S/ 1,200
Total	S/ 4,903

Dentro de la tabla 67 se aprecia los costos incididos en la propuesta de aplicar el TPM, se toma en cuenta los costos de papelería, repuestos e insumos de mantenimiento, estos ascienden a S/ 26,950.

Tabla 67 Costos para mantener el TPM

Detalle	Monto
Costos de papelería/otros	S/ 1,670
Costos de repuestos	S/ 18,500
Costos de insumos de mantenimiento	S/ 6,780
Total	S/ 26,950

Dentro de la tabla 68 se aprecia los costos incididos en la propuesta de aplicar el TPM para contratar al equipo compuesto por un jefe y dos asistentes de forma anual este costo asciende a S/ 237,720.

Tabla 68 Costos de contratar equipo TPM de forma anual

Costos Degradados	Costo	Cantidad	Meses	Factor	TOTAL
Jefe de Mantenimiento	S/ 6,000	1	12	1.52	S/ 109,440
Asistente	S/ 3,500	2	12	1.52	S/ 127,680
Computadoras	S/ -	0			S/ -
Escribanía (afiches, hojas)	S/ 300	2	1		S/ 600
Total					S/ 237,720

6.5. Flujo de caja

6.5.1. Flujo de ingresos

Dentro de la tabla 69 se muestra los ingresos generados por las propuestas de las 5S y el TPM a lo largo de 5 años, se aprecia que se obtiene un flujo constante de S/ 342, 404 de forma periódica y anual.

Tabla 69 Flujo de ingresos generados

Detalle	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ingresos por 5S	S/ -	S/ 37,176	S/ 37,176	S/ 37,176	S/ 37,176	S/ 37,176
Ahorro por 5S	S/ -	S/ 72,749	S/ 72,749	S/ 72,749	S/ 72,749	S/ 72,749
Ahorro por TPM	S/ -	S/ 233,479	S/ 233,479	S/ 233,479	S/ 233,479	S/ 233,479
Total de ingresos	S/ -	S/ 343,404	S/ 343,404	S/ 343,404	S/ 343,404	S/ 343,404

6.5.2. Flujo de egresos

Dentro de la tabla 70 se aprecia los egresos generados por las propuestas de 5S y el TPM a lo largo de 5 años, se aprecia que se obtiene un flujo constante de S/ 269, 573 de forma periódica y anual.

Tabla 70 Flujo de egresos generados

Detalle	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Costos por 5S	S/ -	S/ 4,903	S/ 4,903	S/ 4,903	S/ 4,903	S/ 4,903
Costos por TPM	S/ -	S/ 264,670	S/ 264,670	S/ 264,670	S/ 264,670	S/ 264,670
Total	S/ -	S/ 269,573	S/ 269,573	S/ 269,573	S/ 269,573	S/ 269,573

6.5.3. Flujo de caja económico

Dentro de la tabla 71 se muestra el flujo de caja económico debido a las propuestas de aplicación de la metodología cinco S y el TPM, el horizonte de inversión es a 5 años, se aprecia una inversión de S/ 190, 206 y un flujo anual de S/73, 830

Tabla 71 Flujo de caja económico por aplicación de las propuestas

Elementos	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Total, de ingresos	S/ -	S/ 343,404	S/ 343,404	S/ 343,404	S/ 343,404	S/ 343,404
Total, de egresos	S/ -	- S/ 269,573	- S/ 269,573	-S/ 269,573	-S/ 269,573	-S/ 269,573
Inversión	-S/ 190,206	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Flujo económico	-S/ 190,206	S/ 73,830	S/ 73,830	S/ 73,830	S/ 73,830	S/ 73,830

6.5.4. Evaluación de indicadores

Dentro de la tabla 72 se muestra indicadores económicos los cuales son una TIR de 27%, la cual es mayor al COK de 17.78 % demostrando que el proyecto es rentable, además se tiene una VAN positiva de S/ 41, 830, para el cálculo del Cok se siguió la metodología detallada en Mejia (2020), el detalle del cálculo se muestra en el anexo 11.

Tabla 72 Indicadores económicos

Indicador	Monto
TIR	27%
VAN	S/ 41,830



CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente acápite se muestran las conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

7.1. Conclusiones

Dentro del diagnóstico se pudo identificar que el problema principal son las ventas perdidas, además se tiene como problemas específicos a la baja productividad, las paradas de máquina por avería y los reprocesos. Luego gracias al diagrama Ishikawa se identificó las principales raíces de los problemas, posteriormente se aplicó la herramienta Pareto donde el 80% de raíces pertenecen a la falta de mantenimiento preventivo, la falta del control visual de alertas, la ausencia del orden y limpieza, la poca erudición de mantenimiento de los colaboradores, una línea de producción que no se encontraba balanceada y procedimientos en el departamento de producción que no se encontraban estandarizados.

Luego se realizó una matriz de contramedidas donde se asoció cada causa raíz a una contramedida, es decir una herramienta de posible solución, a la falta del mantenimiento preventivo se le asoció con la propuesta de aplicar el pilar de Mantenimiento Planificado del TPM, a la falta del control visual de alertas se le asoció con la propuesta de realizar Poka Yoke, a la ausencia de procesos ordenados y pulcros se le asoció la propuesta de las 5S, a la falta de erudición de mantenimiento se le asoció con el Pilar de Mantenimiento Autónomo del TPM, a la línea no balanceada se le asoció con aplicar un balance de línea y finalmente, a la falta de procedimientos estandarizados, se le asoció aplicar la herramienta de Estandarización.

Se prosiguió a realizar la herramienta FACTIS, la cual bajo los criterios de facilidad, afectación a otras áreas, calidad, tiempo de implementación, inversión y seguridad, emplea los factores mencionados para seleccionar entre un puñado de herramientas o metodologías de mejora de procesos, en la presente investigación los resultados fueron aplicar el Mantenimiento Planificado con un resultado de 51 puntos, aplicar el Mantenimiento Autónomo con un resultado de 55 puntos, aplicar la herramienta 5S con un resultado de 55 puntos; de consecuencia se dejó de lado el Poka Yoke con un puntaje de 47, el Balance de línea con un puntaje de 42 y la herramienta de Estandarización con un puntaje de 48.

La primera propuesta de mejora consistió en implementar la herramienta 5S, en sus cinco fases, en la primera fase de clasificar se logró eliminar 91 elementos que no eran necesarios en la empresa, 22 elementos transferidos a otras áreas, 2 elementos que se ordenaron y 1 elemento que no pertenecen al lugar encontrado, también en producción se liberó 9 m² y en almacén 12 m²; con respecto a la fase de ordenar, se clasificó los elementos en categorías A, B y C de acuerdo a la rotación de estos; en la fase de limpieza, se creó procedimientos de orígenes de inmundicia y zonas de dificultoso camino para la pulcritud; para la cuarta fase de estandarización se creó

procedimientos estándares como control de salidas e ingresos; finalmente en la fase de disciplina se creó los procedimientos para el seguimiento de auditorías. Las auditorías antes de la propuesta de aplicación en producción eran 9.4 y en almacén 13.8, luego de la propuesta de aplicación esto se incrementa a 24.2 y 23.9 respectivamente.

Con respecto a la propuesta de aplicación del TPM, dentro del Mantenimiento Planificado se creó formatos de LILA, limpieza, inspección, lubricación; mientras que en el Mantenimiento Autónomo se creó procedimientos de codificación de máquinas, para el control de estos procedimientos se creó formatos de revisiones y *check list*.

Dentro de la baja productividad, se encontró que el costo de esta, asciende a S/ 250, 520, esto es debido a que la cantidad que demandan los clientes es mayor a la que se puede producir, siendo la productividad promedio de 69 unidades por hora. Con respecto a las paradas no planificadas por avería, se tiene que el costo asciende a S/ 449, 379, este costo comprende tanto las horas que se pierden por la parada, como el costo de la reparación de las máquinas, las horas de parada ascienden a 1, 186 horas anuales. Por último, el costo de los reprocesos asciende a S/ 227, 341, esto comprende el costo de horas hombre, horas máquinas y materia prima, que se presentan en los reprocesos, siendo casi de 30% respecto a las unidades producidas.

Las propuestas pretenden demostrar que los reprocesos pasan de ser 30% a 20% con respecto a la producción, permitiendo un ahorro que asciende a la suma de S/ 72, 749.

Por otro lado, la propuesta del TPM, en sus 2 herramientas que son Mantenimiento Planificado y Mantenimiento Autónomo, permiten reducir las paradas de máquina por avería, las cuales pasan de 1, 186 a 860 horas, la cantidad de paradas también se ve afectada, pasando de 111 veces a 53 veces al año; e incluso, en términos de costos el ahorro asciende a S/233, 479. Con respecto al OEE, el reactor 1 pasa de 71 % a 73%, el reactor 2 pasa de 70% a 72% y el reactor 3 pasa de 70% a 74%.

La propuesta de aplicación en conjunto de la metodología 5S y el TPM, conlleva a acrecentar la productividad, el cual pasa de 69 unidades por hora a 71 unidades por hora, además los costos se reducen en S/ 37,176.

Por último, se concluye que la propuesta tanto de las 5S como del TPM, es factible, pues proporciona una TIR de 27% y una VAN de S/ 41, 830.

7.2. Recomendaciones

Continuar con la cultura de mejora continua, además la aplicación de cada herramienta debe ser realizada paso a paso, poco a poco, de esta forma se mitigan los riesgos de la implementación, y se evita retroceder cada vez que se da un paso, es por eso que se recomienda la implementación por fases, si bien ya se realizó las cinco fases de las 5s que son clasificar, ordenar, limpieza, estandarización y disciplina y 2 pilares del TPM, los cuales son Autónomo y Planificado, se recomienda seguir con los otros cinco pilares faltantes los cuales son Kobetsu Kaizen o mejora enfocada, Hinshitsu Hozen o Mantenimiento de Calidad, Capacitación y Entrenamiento, Gestión Temprana de Equipos, Seguridad y Ambiente y TPM en áreas administrativas; además del TPM, también se puede seguir de forma paulativa con otros herramientas Lean como son el SMED, el Poka Yoke, entre otras.

Con respecta a la inversión dentro de las herramientas, esto es necesario para lograr que se mantengan en vigencia con el tiempo, se requiere distribuir el presupuesto en un equipo Lean de gestión, un equipo de auditores externos para la capacitación y auditorías. La inversión también es necesario en cuanto al mantenimiento de las instalaciones, esto incluye el pintado, reparación, compra de equipos y mobiliario, de esta forma se evita la depreciación de los mismos y la obsolescencia.

En el caso de las 5S se recomienda instaurar un Comité y un equipo auditor interno que acompañe al seguimiento de las 5 fases y ayude a perdurar el orden y limpieza dentro de las actividades cotidianas, para que de esta manera perdure en el tiempo, esto debe atribuirse a la inversión anual.

Con respecto a la propuesta de aplicación del TPM, para continuar con los otros pilares faltantes, se debe atribuir estos costos a la inversión de la empresa de forma anual, esto involucra recursos, equipo y material que debe ser mapeado y costado.

Se recomienda que los participantes sean agentes de cambio, luego de haber experimentado y adquirido nuevas habilidades al haber sido partícipes de la propuesta de las 5S y el TPM se busca que estos mismos colaboradores promuevan seguir avanzando en la compañía y sean ellos mismos lo que aporten con ideas, además de conformar los nuevos equipos para las próximas herramientas de *Lean Manufacturing* a implementar, de la misma manera, serán ellos los que realizarán las capacitaciones internas a los nuevos colaboradores, para que de esta manera se transmita la cultura Lean.

Con respecto al tema de estandarización de procesos, se recomienda seguir con la documentación tanto de flujo gramas, como manuales de procedimientos, además de actividades y otros estándares que puedan ser útiles a futuro, esto con el fin de conservar las buenas prácticas de la

empresa y fomentar un conocimiento en conjunto y a futuro para las nuevas generaciones de colaboradores y accionistas.

Debido a que no se puede mejorar lo que no se mide. Para que la empresa continúe con la mejora continua y encuentre algún otro proceso ineficiente el cual mejorar dentro de sus instalaciones, se recomienda que realice un seguimiento de las métricas para determinar dónde se encuentra y establecer una meta para la mejora. Cuanto más seguimiento del proceso realice, mayores serán las probabilidades de evitar problemas que de otro modo podrían causar daños financieros o físicos. La empresa al tener instaurada la filosofía de *Lean Manufacturing* se compromete a mejorar a través de procesos más eficientes, lo que sólo puede llevar a deleitar aún más a los clientes.

Otra recomendación para lograr tener éxito al seguir implementando programas de *Lean Manufacturing* es crear una vía *Six Sigma* para conectar los procesos críticos y los recursos de producción disponibles con retornos financieros tangibles. La empresa puede implementar la teoría *Kaizen Blitz* en las primeras etapas de implementación. Esta teoría permite a los directores de programas identificar proyectos o actividades que pueden producir resultados en un período corto (unas pocas semanas). El éxito de estos proyectos genera impulso para proyectos posteriores y genera moral entre los empleados. Es por eso que se recomienda asegurar que exista un programa de mantenimiento Lean para complementar el proceso de transformación de la empresa.

Conforme la empresa vaya creciendo, se fomenta que pueden mejorar sus módulos de comunicación y formación basándose en un enfoque basado en datos. Es por eso recopilar continuamente datos sobre el progreso del programa, el bienestar de los empleados y las últimas tendencias de fabricación ajustada es recomendable en una organización. Esa información se puede utilizar para modificar sus programas de capacitación y actualizar los canales de comunicación, también se puede considerar la implementación de automatización de herramientas y sistemas asociados a la mejora de los procesos, dentro de los que se encuentran la instauración de un ERP, para administrar y regular los procesos empresariales, también la automatización de la planta industrial por medio de maquinaria de última generación. Por otro lado, el procesamiento de data, y una instauración de minería de datos, es de gran utilidad para recopilar datos en primera instancia y analizarlos, esto asociado en la búsqueda de la mejora continua para así lograr que la compañía alcance estándares globales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeanazel, O. (2010). Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment, Jordan J. MMEchanical Ind. Eng., vol. 4, no. 4, pp. 517–522.
- Boeriu, A, y Canja, C. (2022). Application of new methodology for continuous improvement in bread making: a case study in Romania. Acta Technica Corviniensis - Bulletin of Engineering, 15(3), 57-62. <https://www.proquest.upc.elogim.com/scholarly-journals/application-new-methodology-continuous/docview/2718386814/se-2>
- Drewniak, R. (2022). Improving business performance through TPM method: The evidence from the production and processing of crude oil. PLoS One, 17(9) doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274393>
- Gherghea, I., Bungau, C., Indre, C., y Negrau, D. (2021). Enhancing productivity of CNC machines by total productive maintenance (TPM) implementation. A case study. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering, 1169(1). doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1169/1/012035>
- Khalfallah, M., y Lakhel, L. (2021). The relationships between TQM, TPM, JIT and agile manufacturing: An empirical study in industrial companies. [TQM, TPM, JIT and agile manufacturing] TQM Journal, 33(8), 1735-1752. doi: <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2020-0306>
- Lee, Q. (2008). Lean manufacturing essentials: Lean manufacturing defined and explained. Management Services, 52(2), 46-47. <https://www.proquest.upc.elogim.com/trade-journals/lean-manufacturing-essentials-defined-explained/docview/234318207/se-2>
- Llerena, C. (2022). Análisis y Propuesta de Mejora en empresa de confección de pantalones utilizando herramientas de ingeniería industrial. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Recuperado el 20 de diciembre del 2022.

- Mejia, S. (2020). Dirección del proyecto “creación de un programa on-line de formación en Administración”, aplicando estándares PMI e indicadores de Gestión de Beneficios. Tesis para optar el grado de Maestro en Administración y Dirección de Proyectos. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Escuela de Postgrado UPC. Recuperado el 20 de diciembre del 2022.
- Mejia, S. y Rau, A. (2019). “Análisis y propuesta de mejora para la implementación de herramientas de manufactura esbelta en la línea de confecciones de una empresa textil”. Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities. Jamaica, número 236, pp. 1-11. http://laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full_papers/FP236.pdf
- Mejia, S. (2013). Análisis y Propuesta de Mejora del Proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una Empresa Textil mediante el uso de Herramientas de Manufactura Esbelta. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Recuperado el 20 de diciembre del 2022.
- Patil, J y Raut, N. (2019). Study Of Total Productive Maintenance And Improving The Production vol. 6, no. 1, pp. 519–522
- Rajadell, M. (2021). Lean Manufacturing. Herramientas para producir mejor. (2da ed.). Ediciones Díaz de Santos.
- Rizkya, I., Syahputri, K., Sari, R., y Siregar, I. (2019). 5S implementation in welding workshop – a lean tool in waste minimization. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering, 505(1). doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012018>

Singh, J., Singh, H., y Singh, P. (2021). The impact of 5S practices on the performance of manufacturing industry: An empirical investigation. IUP Journal of Operations Management, 20(2), 35-49. <https://www.proquest.upc.elogim.com/scholarly-journals/impact-5s-practices-on-performance-manufacturing/docview/2555681408/section-2>

Socconini, L. (2019). Lean Manufacturing Paso a Paso. Marge Books.

Tondato, R. y Gonçalves, M. (2013). Total Productive Maintenance: A case study 22nd Int. Conf. Prod. Res. ICPR vol. 12 no. 1



ANEXOS

Anexo 1 Diagrama de 5 Porqués

Tipo de Causa	Causa Inmediata	1 ¿ Por qué?	2 ¿ Por qué?	3 ¿ Por qué?	4 ¿ Por qué?	5 ¿ Por qué?	Causa Raíz	
Mano de obra	Error en la ejecución de actividades	Alta rotación de personal	Falta de compromiso	Falta de incentivo y motivación	Falta de un proyecto que eleve la moral y disciplina del operario		Falta de un proyecto que eleve la moral y disciplina del operario	
		Fatiga laboral	No existe línea de carrera	Lesiones laborales	Falta de evaluación y desempeño	Falta de políticas de gestión de talento		Falta de políticas de gestión de talento
			Sobrecarga laboral	Postura ergonómica no adecuada	Desbalance en la línea de producción			Postura ergonómica no adecuada
			No existen alertas de errores	Desbalance en la línea de producción				Desbalance en la línea de producción
		Falta de capacitación	Falta de control visual de alertas	Falta de control visual de alertas				Falta de control visual de alertas
		No existen un plan de capacitación	No existe área de capacitación				No existe área de capacitaciones	
Materiales	Materia prima defectuosa	Incumplimiento de buena calidad de materia prima	Falta de método de selección de proveedores				Falta de método de selección de proveedores	
	Demora en la entrega de materiales en proceso	Bajo rendimiento de estaciones de trabajo	Desbalance en la línea de producción				Desbalance en la línea de producción	
	Materia prima e insumos faltantes	Error en la planificación de las compras	Falta de método de pronóstico	Falta de método de pronóstico				Falta de método de pronóstico
		Envío de lotes de compra incompletos	No se tiene claro la cantidad a pedir	Falta de método de gestión de inventarios				Falta de método de gestión de inventarios
		Falta de control en la recepción	Procedimientos logísticos no estandarizados					Procedimientos logísticos no estandarizados
	Incumplimiento de la fecha de entrega	Proveedor sin stock de materia prima o insumos	Falta de método de selección de proveedores				Falta de método de selección de proveedores	
Maquinaria	Alta frecuencia de mantenimiento correctivo	Fallas imprevistas	No existe un plan de mantenimiento preventivo				Falta de mantenimiento preventivo	
	Desgaste de maquinaria	Falta de lubricación, inspección e limpieza	No existen responsables de mantenimiento	No se tiene una cultura de mantenimiento por parte del operario			No se tiene una cultura de mantenimiento por parte del operario	
	Alto desgaste de piezas	Falta de lubricación, inspección e limpieza	No existen responsables de mantenimiento	No se tiene una cultura de mantenimiento por parte del operario			No se tiene una cultura de mantenimiento por parte del operario	
Medio Ambiente	Mal distribución de estaciones de trabajo							
	Inadecuada condición de estaciones de trabajo	Falta de orden y limpieza en estaciones de trabajo					Falta de orden y limpieza en estaciones de trabajo	
		Falta de EPPS					Falta de EPPS	
Método	Incumplimiento de entrega de repuestos	Falta de método de selección de proveedores					Falta de método de selección de proveedores	
	Ineficaz de control en la recepción de insumos	Falta de inspección de insumos	Falta de método de selección de proveedores				Falta de método de selección de proveedores	
	Baja eficiencia en el usos de recursos	Desconocimiento de manejo operativo	Procedimientos de mantenimiento no estandarizados				Procedimientos de mantenimiento no estandarizados	
	Métodos empíricos	Procedimientos de producción no estandarizados					Procedimientos de producción no estandarizados	
Medición	Falta de aseguramiento de calidad en procesos	Ausencia de manual de calidad	Procedimientos de aseguramiento de calidad no estandarizados				Procedimientos de aseguramiento de calidad no estandarizados	
	Procesos de producción no supervisados	Falta de control de indicadores	Ausencia de indicadores				Ausencia de indicadores	
		Falta de disciplina	Falta de un proyecto que eleve la moral y disciplina del operario					Falta de un proyecto que eleve la moral y disciplina del operario

Anexo 2 Criterio de priorización de causas

Severidad		
Descripción	Sobrecosto	Valores
Ínfima. El impacto sería inapreciable en el proceso.	<= 3%	1
Escasa. La consecuencia del impacto es leve en el proceso.	]3% ; 6%]	2-3
Baja. El efecto en el proceso es bajo.	]6% ; 9%]	4-5
Moderada. El fallo generado en el proceso es moderado.	]9% ; 12%]	6-7
Elevada. El impacto en el proceso es grave.	]12% ; 15%]	8-9
Muy elevada. El efecto asocia complicaciones de inconformidad en lineamientos obligatorios.	> 15%	10

Ocurrencia		
Descripción	% Ocurrencia	Valores
Muy escasa. probabilidad de ocurrencia. Defecto inexistente en el pasado	<= 10%	1
Escasa. probabilidad de ocurrencia. Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares.	]10% ; 30%]	2-3
Moderada. probabilidad de ocurrencia. Defecto aparecido ocasionalmente.	]30% ; 50%]	4-5
Frecuente. probabilidad de ocurrencia. Fallos de cierta frecuencia en el pasado.	]50% ; 70%]	6-7
Elevada. probabilidad de ocurrencia. Fallo bastante frecuente en el pasado.	]70% ; 90%]	8-9
Muy elevada. probabilidad de ocurrencia. El fallo se produce frecuentemente.	>90%	10

Detectabilidad		
Descripción	% Detectabilidad	Valores
Muy escasa. El efecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado.	<= 10%	1
Escasa. El defecto podría pasar algún control primario, pero sería detectado.	]10% ; 30%]	2-3
Moderada. El defecto es una característica de fácil detección.	]30% ; 50%]	4-5
Frecuente. Defectos de difícil detección que con relativa frecuencia llegan al cliente.	]50% ; 70%]	6-7
Elevada. El defecto es de difícil detección mediante los sistemas convencionales de control.	]70% ; 90%]	8-9
Muy elevada. El defecto con mucha probabilidad llegará al cliente	>90%	10

Anexo 3 Matriz FACTIS

		PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES																	
		S-1=TPM Planificado			S-2=Poka Yoke			S-3= 5S			S-4=TPM Autónomo			S-5=Balance de línea			S-6=Estandarización		
Criterios de Selección	Factor de Ponderación	C	P	Total	C	P	Total	C	P	Total	C	P	Total	C	P	Total	C	P	Total
		F	5	Medio	2	10	Fácil	3	15	Medio	2	10	Fácil	2	10	Medio	2	10	Fácil	3	15
A	4	3 a más áreas	3	12	1 área	1	4	3 a más áreas	3	12	3 a más áreas	3	12	1 área	1	4	1 área	1	4
C	2	Alto	3	6	Medio	2	4	Alta	3	6	Alto	3	6	Medio	2	4	Alto	3	6
T	3	Medio	2	6	Corto	3	9	Medio	2	6	Medio	2	6	Corto	3	9	Corto	3	9
I	4	Medio	2	8	Baja	3	12	Baja	3	12	Media	2	8	Baja	3	12	Media	2	8
S	3	Mucho	3	9	Baja	1	3	Mucho	3	9	Mucho	3	9	Baja	1	3	Medio	2	6
		51			47			55			51			42			48		



Anexo 4 Formato de Auditoría

AUDITORIA 5S										
EMPRESA:	PROCESO:	AUDITORES:								
		FECHA:								
AREA:	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN					CALIFICACIÓN				
	No esta implementado: 1					PASO 1: 10%				
Regular, se esta iniciando la implementación: 2					PASO 2: 20%					
Aceptable, la implementación es parcial: 3					PASO 3: 20%					
Excelente, la implementación es al 100%: 4					PASO 4: 25%					
					PASO 5: 25%					
					TOTAL: 0					
Categoría	Pregunta	1	2	3	4	Observaciones				
SEPARACIÓN (PASO 1)	1 ¿Existen cosas innecesarias que interrumpen el libre tránsito en el puesto de trabajo?					En el área de trabajo puede encontrarse el inventario en proceso y residuos sólidos en el suelo (tela, piezas erróneas e hilos) del proceso de confección. Ello obstaculiza el libre tránsito.				
	2 ¿Se encuentran las cosas necesarias y en la cantidad requerida para realizar un trabajo óptimo?					Los materiales (hilos y agujas), herramientas e inventario en proceso no están dispuestas al alcance del operario para ejecutar las actividades de forma correcta.				
	3 ¿Hay tachos o contenedores de desperdicios debidamente clasificados?					El área de trabajo cuenta con tachos, sin embargo, no se encuentran clasificados por tipo de desperdicios.				
	4 ¿Están aprovechando el personal su espacio de trabajo de manera eficiente y racional?					Aún persiste el desorden en los puestos de trabajo. Dado que los operarios colocan elementos innecesarios en la mesa de trabajo, evitando que se aproveche el espacio plenamente.				
	5 ¿El personal tiene los documentos (O/F) necesarios para desarrollar su labor?					El personal cuenta con la O/F con las cantidades y especificaciones necesarias para realizar la confección de las prendas solicitadas. Sin embargo, es necesario supervisar su cumplimiento.				
	6 ¿Existen documentación errada (O/F) que puede conducir a errores en el proceso de producción?					Existen errores en la programación de la producción, ello se puede evidenciar en el exceso de stock en proceso al final de la confección.				
	7 ¿Se encuentran los avisos y señales de seguridad actualizados en el área?					El área de confección no cuenta con avisos ni señales de seguridad que permitan identificar las zonas de seguridad, rutas de escape o peligros potenciales.				
TOTAL		0	0	0	0	0				
ORDEN (PASO 2)	1 ¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento (materia prima, insumos y herramientas) utilizado en el trabajo?					Los materiales (hilos y aguja) se encuentran dispuestas de forma desordenada, lo cual no permite que sean localizadas con facilidad. Así mismo, no cuentan con un lugar específico para colocar el inventario en proceso (piezas). Ello ocasiona que hayan obstáculos en los pasillos.				
	2 ¿Se dispone de un lugar (caja o gabinete) para identificar elementos utilizados con poca frecuencia?					Se cuenta con un gabinete, pero se tienen las herramientas mezcladas sin clasificarse por frecuencia.				
	3 ¿Encuentran cualquier elemento necesario o documento (O/F) en forma inmediata sin desplazarse de su lugar de trabajo?					El operario cuenta con los elementos dispuestos en la mesa de trabajo, pero de manera desordenada.				
	4 ¿Se encuentra el área ordenada para realizar un trabajo fluido?					Aún puede visualizarse mermas de tela en la mesa de trabajo, además del inventario en proceso en los pasillos que dificultan el trabajo y desplazamiento fluido.				
	5 ¿Es fácil reconocer el lugar para cada cosa (material, herramienta, etc.)?					En el área de trabajo no se cuenta con un lugar para cada herramienta o material.				
	6 ¿Se devuelven las cosas en su lugar luego de usarlas?					En algunos casos, los operarios no devuelven los materiales o herramientas en el lugar designado para estos.				
	7 ¿Está la mesa de trabajo señalizada de manera que el personal pueda reconocer un ambiente ordenado y óptimo?					La mesa de trabajo no se encuentra señalizada, de tal manera que los operarios puedan identificar rápidamente cada material. Así mismo, se identifican mermas de tela que impiden la correcta ejecución de las labores.				
TOTAL		0	0	0	0	0				
LIMPIEZA (PASO 3)	1 ¿Se identifica los materiales necesarios para la limpieza del área?					Los materiales de limpieza no se encuentran próximos al área de trabajo.				
	2 ¿Permanece el área de trabajo limpio sin residuos en los pisos?					Frecuentemente se encuentran residuos sólidos (hilos y mermas de tela) en los pisos.				
	3 ¿Personal operario se ve obligado a limpiar su área de trabajo en vez de trabajar normalmente?					Los operarios deben de limpiar y ordenar el área de trabajo, lo cual interrumpe la continuidad de las actividades.				
	4 ¿Los cajones o gabinetes de los colaboradores se encuentran limpios?					No, los operarios no mantienen la limpieza en el área de trabajo.				
	5 ¿Existe un responsable o encargado de la limpieza del área de trabajo?					No existe un responsable directo de la limpieza del área de trabajo.				
	6 ¿Cuándo un paro inesperado ocurre, los operadores habitualmente limpian su área de trabajo?					Los operarios priorizan la continuidad de las operaciones, la limpieza la realizan al final del procesamiento del lote asignado.				
	7 ¿Existe un control de los tachos de basura utilizados en el área de trabajo?					Los tachos son de desechos generales, no se tiene la cultura de clasificar los residuos sólidos. Así mismo, el control es mínimo.				
TOTAL		0	0	0	0	0				
ESTANDARIZACIÓN (PASO 4)	1 ¿Está toda la información (procedimientos) necesariamente visibles?					No existen procedimientos documentados, los operarios trabajan de acuerdo a su experiencia.				
	2 ¿Están los tachos de desperdicios limpios y vacíos?					Los tachos son vaciados cuando llegan al máximo de su capacidad; sin embargo, no hay un control constante de su estado durante la jornada.				
	3 ¿Se respeta consistentemente todos los estándares establecidos?					Los operarios aplican lo enseñado en el entrenamiento; sin embargo, en muchos casos trabajan bajo su experiencia y no existen estándares publicados.				
	4 ¿Existen procedimientos estandar activos?					No existen procedimientos estandar activos para el proceso de confección.				
	5 ¿Se cumplen con las 3s (separar, ordenar y limpiar) en su totalidad?					Se cumplen las primeras 3s parcialmente con una baja performance.				
	6 ¿Se realizan constantemente mejoras en el área de trabajo?					Se utilizan métodos empíricos para la ejecución de las operaciones, no se busca con prioridad la mejora continua.				
	7 ¿Hay un responsable definido para el proceso?					Existe un supervisor designado para el proceso de confección. Está encargado del correcto cumplimiento del lote de piezas en la cantidad y tiempos establecidos.				
TOTAL		0	0	0	0	0				
DISCIPLINA (PASO 5)	1 ¿Está el personal recibiendo capacitación 5s?					Actualmente el personal no se encuentra recibiendo capacitaciones en 5S, dado es una iniciativa que se pretende implementar. Así mismo, no tienen conocimiento de la metodología.				
	2 ¿Usa el personal operario el uniforme adecuado?					El personal asiste al área con ropa de calle, no cuentan con un uniforme estandar.				
	3 ¿Personal utiliza los EPP's adecuados en el área de trabajo?					Los colaboradores utilizan EPP's como tapabocas. Sin embargo, algunas veces incumplen con estas medidas.				
	4 ¿Se limpia el lugar de trabajo cuando se acaba el horario de trabajo?					Normalmente se limpia el área de trabajo días después que se cumple con el lote. Por ello, se puede visualizar residuos en los pasillos y en la mesa, aun si no se encuentran laborando.				
	5 ¿Se realizan auditorías constantes acerca del cumplimiento de las 5s?					Hoy en día no se realizan auditorías para el cumplimiento de las 5S.				
	6 ¿Está el personal comprometido con los procedimientos definidos?					El personal no cumple con un procedimiento, ejecutan sus actividades por experiencia.				
	7 ¿Cumplen los miembros encargados hacer seguimiento sobre el cumplimiento de los horarios de reunión de 5s?					Aún no existen reuniones 5S.				
TOTAL		0	0	0	0	0				






Anexo 5 Auditoría de producción

AUDITORIA 5S										
EMPRESA:		PROCESO:	Proceso de Producción							
AREA:	Producción	AUDITORES:	Mag. S.M.C							
		FECHA:	22/01/2023							
CRITERIOS DE CALIFICACIÓN		CALIFICACIÓN								
No esta implementado:	1	PASO 1:	10%							
Regular, se esta iniciando la implementación:	2	PASO 2:	20%							
Aceptable, la implementación es parcial:	3	PASO 3:	20%							
Excelente, la implementación es al 100%:	4	PASO 4:	25%							
		PASO 5:	25%							
		TOTAL:	24.2							
Categoría	Pregunta	1	2	3	4	Observaciones				
SEPARACIÓN (PASO 1)	1	¿Existen cosas innecesarias que interrumpen el libre tránsito en el puesto de trabajo?				X	En el área de trabajo puede encontrarse el inventario en proceso y residuos sólidos en el suelo (tela, piezas erróneas e hilos) del proceso de confección. Ello obstaculiza el libre tránsito.			
	2	¿Se encuentran las cosas necesarias y en la cantidad requerida para realizar un trabajo óptimo?				X	Los materiales (hilos y agujas), herramientas e inventario en proceso no están dispuestas al alcance del operario para ejecutar las actividades de forma correcta.			
	3	¿Hay tachos o contenedores de desperdicios debidamente clasificados?				X	El área de trabajo cuenta con tachos; sin embargo, no se encuentran clasificados por tipo de desperdicios.			
	4	¿Están aprovechando el personal su espacio de trabajo de manera eficiente y racional?				X	Aún persiste el desorden en los puestos de trabajo. Dado que los operarios colocan elementos innecesarios en la mesa de trabajo, evitando que se aproveche el espacio plenamente.			
	5	¿El personal tiene los documentos (O/F) necesarios para desarrollar su labor?				X	El personal cuenta con la O/F con las cantidades y especificaciones necesarias para realizar la confección de las prendas solicitadas. Sin embargo, es necesario supervisar su cumplimiento.			
	6	¿Existen documentación errada (O/F) que puede conducir a errores en el proceso de producción?				X	Existen errores en la programación de la producción, ello se puede evidenciar en el exceso de stock en proceso al final de la confección.			
	7	¿Se encuentran los avisos y señales de seguridad actualizados en el área?				X	El área de confección no cuenta con avisos ni señales de seguridad que permitan identificar las zonas de seguridad, rutas de escape o peligros potenciales.			
	TOTAL	0	0	4	3	24				
ORDEN (PASO 2)	1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento (materia prima, insumos y herramientas) utilizado en el trabajo?				X	Los materiales (hilos y aguja) se encuentran dispuestas de forma desordenada, lo cual no permite que sean localizadas con facilidad. Así mismo, no cuentan con un lugar específico para colocar el inventario en proceso (piezas). Ello ocasiona que hayan obstáculos en los pasillos.			
	2	¿Se dispone de un lugar (caja o gabinete) para identificar elementos utilizados con poca frecuencia?				X	Se cuenta con un gabinete, pero se tienen las herramientas mezclados sin clasificarse por frecuencia.			
	3	¿Encuentran cualquier elemento necesario o documento (O/F) en forma inmediata sin desplazarse de su lugar de trabajo?				X	El operario cuenta con los elementos dispuestos en la mesa de trabajo, pero de manera desordenada.			
	4	¿Se encuentra el área ordenada para realizar un trabajo fluido?				X	Aún puede visualizarse mermas de tela en la mesa de trabajo, además del inventario en proceso en los pasillos que dificultan el trabajo y desplazamiento fluido.			
	5	¿Es fácil reconocer el lugar para cada cosa (material, herramienta, etc.)?				X	En el área de trabajo no se cuenta con un lugar para cada herramienta o material.			
	6	¿Se devuelven las cosas en su lugar luego de usarlas?				X	En algunos casos, los operarios no devuelven los materiales o herramientas en el lugar designado para estos.			
	7	¿Está la mesa de trabajo señalizada de manera que el personal pueda reconocer un ambiente ordenado y óptimo?				X	La mesa de trabajo no se encuentra señalizada, de tal manera que los operarios puedan identificar rápidamente cada material. Así mismo, se identifican mermas de tela que impiden la correcta ejecución de las labores.			
	TOTAL	0	0	3	4	25				
LIMPIEZA (PASO 3)	1	¿Se identifica los materiales necesarios para la limpieza del área?				X	Los materiales de limpieza no se encuentran próximos al área de trabajo.			
	2	¿Permanece el área de trabajo limpio sin residuos en los pisos?				X	Frecuentemente se encuentran residuos sólidos (hilos y mermas de tela) en los pisos.			
	3	¿Personal operario se ve obligado a limpiar su área de trabajo antes de trabajar normalmente?				X	Los operarios deben de limpiar y ordenar el área de trabajo, lo cual interrumpe la continuidad de las actividades.			
	4	¿Los cajones o gabinetes de los colaboradores se encuentran limpios?				X	No, los operarios no mantienen la limpieza en el área de trabajo.			
	5	¿Existe un responsable o encargado de la limpieza del área de trabajo?				X	No existe un responsable directo de la limpieza del área de trabajo.			
	6	¿Cuándo un paro inesperado ocurre, los operadores habitualmente limpian su área de trabajo?				X	Los operarios priorizan la continuidad de las operaciones, la limpieza la realizan al final del procesamiento del lote asignado.			
	7	¿Existe un control de los tachos de basura utilizados en el área de trabajo?				X	Los tachos son de desechos generales, no se tiene la cultura de clasificar los residuos sólidos. Así mismo, el control es mínimo.			
	TOTAL	0	0	4	3	24				
ESTANDARIZACIÓN (PASO 4)	1	¿Está toda la información (procedimientos) necesariamente visibles?				X	No existen procedimientos documentados, los operarios trabajan de acuerdo a su experiencia.			
	2	¿Están los tachos de desperdicios limpios y vacíos?				X	Los tachos son vaciados cuando llegan al máximo de su capacidad; sin embargo, no hay un control constante de su estado durante la jornada.			
	3	¿Se respeta consistentemente todos los estándares establecidos?				X	Los operarios aplican lo enseñado en el entrenamiento; sin embargo, en muchos casos trabajan bajo su experiencia y no existen estándares publicados.			
	4	¿Existen procedimientos estandar activos?				X	No existen procedimientos estandar activos para el proceso de confección.			
	5	¿Se cumplen con las 3s (separar, ordenar y limpiar) en su totalidad?				X	Se cumplen las primeras 3s parcialmente con una baja performance.			
	6	¿Se realizan constantemente mejoras en el área de trabajo?				X	Se utilizan métodos empíricos para la ejecución de las operaciones, no se busca con prioridad la mejora continua.			
	7	¿Hay un responsable definido para el proceso?				X	Existe un supervisor designado para el proceso de confección. Está encargado del correcto cumplimiento del lote de piezas en la cantidad y tiempos establecidos.			
	TOTAL	0	0	3	4	25				
DISCIPLINA (PASO 5)	1	¿Está el personal recibiendo capacitación 5s?				X	Actualmente el personal no se encuentra recibiendo capacitaciones en 5S, dado es una iniciativa que se pretende implementar. Así mismo, no tienen conocimiento de la metodología.			
	2	¿Usa el personal operario el uniforme adecuado?				X	El personal asiste al área con ropa de calle, no cuentan con un uniforme estandar.			
	3	¿Personal utiliza los EPP's adecuados en el área de trabajo?				X	Los colaboradores utilizan EPP's como tapabocas. Sin embargo, algunas veces incumplen con estas medidas.			
	4	¿Se limpia el lugar de trabajo cuando se acaba el horario de trabajo?				X	Normalmente se limpia el área de trabajo días después que se cumple con el lote. Por ello, se puede visualizar residuos en los pasillos y en la mesa, aun si no se encuentran laborando.			
	5	¿Se realizan auditorías constantes acerca del cumplimiento de las 5S?				X	Hoy en día no se realizan auditorías para el cumplimiento de las 5S.			
	6	¿Está el personal comprometido con los procedimientos definidos?				X	El personal no cumple con un procedimiento, ejecutan sus actividades por experiencia.			
	7	¿Cumplen los miembros encargados hacer seguimiento sobre el cumplimiento de los horarios de reunión de 5s?				X	Aún no existen reuniones 5S.			
	TOTAL	0	0	5	2	23				

Anexo 6 Auditoría de almacén


















AUDITORIA 5S									
EMPRESA:				PROCESO:	Almacén de Insumos				
AREA:	Almacenes			AUDITORES:	Mag. S.M.C				
				FECHA:	22/01/2023				
CRITERIOS DE CALIFICACIÓN				CALIFICACIÓN					
No esta implementado:				1	PASO 1:	10%			
Regular, se esta iniciando la implementación:				2	PASO 2:	20%			
Aceptable, la implementación es parcial:				3	PASO 3:	20%			
Excelente, la implementación es al 100%:				4	PASO 4:	25%			
				4	PASO 5:	25%			
				TOTAL:	23.85				
Categoría	Pregunta	1	2	3	4	Observaciones			
SEPARACIÓN (PASO 1)	1 ¿Existen cosas innecesarias que interrumpen el libre tránsito en el puesto de trabajo?				X	En el área del almacén se encuentra ordenada, sin elementos innecesarios que interrumpen el tránsito.			
	2 ¿Se encuentran las cosas necesarias y en la cantidad requerida para realizar un trabajo óptimo?			X		El almacén se encuentra abastecido de los diferentes insumos químicos necesarios para la producción.			
	3 ¿Hay tachos o contenedores de desperdicios debidamente clasificados?			X		El área de trabajo no cuenta con tachos para la disposición; sin embargo, no se encuentran clasificados según el tipo de residuos sólidos.			
	4 ¿Están aprovechando el personal su espacio de trabajo de manera eficiente y racional?			X		Los insumos químicos están almacenados en orden, ello permite que el encargado de almacén pueda realizar la ubicación, traslados, registro de entradas y registro de salidas de los materiales de forma eficiente.			
	5 ¿El personal tiene los documentos necesarios para desarrollar su labor?			X		El personal registra los materiales de forma manual y posteriormente se digitaliza. Así mismo, cuentan con la O/F con los requerimientos del cliente.			
	6 ¿Existen documentación errada que puede conducir a errores en el proceso de abastecimiento?			X		No se registran errores frecuentes en el registro de los inventarios (Kardex).			
	7 ¿Se encuentran los avisos y señales de seguridad actualizados en el área?			X		El almacén cuenta con avisos ni señales de seguridad que permitan identificar las zonas de seguridad, rutas de escape o peligros potenciales.			
	TOTAL	0	0	3	4	25			
ORDEN (PASO 2)	1 ¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento (materia prima, insumos y herramientas) ubicados en el almacén?				X	Los materiales e insumos químicos se encuentran dispuestas de forma ordenada, lo cual permite que sean ubicados con facilidad.			
	2 ¿Se dispone de un lugar (caja o gabinete) para identificar elementos utilizados con poca frecuencia?				X	Se cuenta con un gabinete, pero se tienen las herramientas mezclados sin clasificarse por frecuencia.			
	3 ¿Encuentran cualquier elemento necesario o documento en forma inmediata sin desplazarse de su lugar de trabajo?			X		Los elementos tienen un lugar específico, lo cual facilita la ejecución de las actividades realizadas en el almacén.			
	4 ¿Se encuentra el área ordenada para realizar un trabajo fluido?			X		Puede visualizarse un lugar de trabajo ordenado. Ello permite el trabajo y desplazamiento fluido.			
	5 ¿Es fácil reconocer el lugar para cada cosa (material, herramienta, etc.)?			X		Todos los elementos del almacén tienen una ubicación, ello ayuda a la búsqueda de los insumos solicitados por producción.			
	6 ¿Se devuelven las cosas en su lugar luego de usarlas?			X		Todos los materiales son devueltos en el lugar designado para estos.			
	7 ¿Los estantes de almacenamiento están señalizados de manera que el personal pueda reconocer un ambiente ordenado y óptimo?			X		Algunas ubicaciones en los estantes de almacenamiento no se encuentran señalizados, de tal manera que los operarios puedan identificar rápidamente cada material.			
	TOTAL	0	0	4	3	24			
LIMPIEZA (PASO 3)	1 ¿Se identifica los materiales necesarios para la limpieza del área?				X	Los materiales de limpieza se encuentran próximos al área de trabajo.			
	2 ¿Permanece el área de trabajo limpio sin residuos en los pisos?			X		El área se encuentra limpia sin residuos sólidos en los pisos.			
	3 ¿Personal operario se ve obligado a limpiar su área de trabajo envés de trabajar normalmente?			X		Los operarios limpiar su área regularmente al final de la jornada de trabajo.			
	4 ¿Los cajones o gabinetes de los colaboradores se encuentran limpios?			X		Los operarios mantienen la limpieza en el área de trabajo.			
	5 ¿Existe un responsable o encargado de la limpieza del área de trabajo?			X		El encargado del almacén tiene la responsabilidad de velar por la limpieza del almacén.			
	6 ¿Cuándo un paro inesperado ocurre, los operadores habitualmente limpian su área de trabajo?			X		Los operarios priorizan la continuidad de las operaciones, la limpieza se realiza al final del turno.			
	7 ¿Existe un control de los tachos de basura utilizados en el área de trabajo?			X		Los tachos son de desechos generales, no se tiene la cultura de clasificar los residuos sólidos. Así mismo, el control es mínimo.			
	TOTAL	0	0	4	3	24			
ESTANDARIZACIÓN (PASO 4)	1 ¿Está toda la información (procedimientos) necesariamente visibles?				X	Los procedimientos no están documentados, los operarios trabajan de acuerdo a su experiencia.			
	2 ¿Están los tachos de desperdicios limpios y vacíos?			X		Los tachos se limpian cuando llegan al máximo de su capacidad.			
	3 ¿Se respeta consistentemente todos los estándares establecidos?			X		Los operarios aplican lo enseñado en el entrenamiento; sin embargo, en muchos casos trabajan bajo su experiencia y no existen estándares publicados.			
	4 ¿Existen procedimientos estandar activos?			X		No existen procedimientos estandar activos para el proceso de almacenaje.			
	5 ¿Se cumplen con las 3s (separar, ordenar y limpiar) en su totalidad?			X		Se cumplen las primeras 3s parcialmente con una buena performance.			
	6 ¿Se realizan constantemente mejoras en el área de trabajo?			X		Se utilizan métodos empíricos para la ejecución de las operaciones, no se busca con prioridad la mejora continua.			
	7 ¿Hay un responsable definido para el proceso?			X		Existe un encargado designado para el almacén de insumos de lavado. Está encargado del registro de la materia prima que ingresa a la planta y el abastecimiento a los procesos internos.			
	TOTAL	0	0	4	3	24			
DISCIPLINA (PASO 5)	1 ¿Está el personal recibiendo capacitación 5s?				X	Actualmente el personal no se encuentra recibiendo capacitaciones en 5S, dado es una iniciativa que se pretende implementar. Así mismo, no tienen conocimiento de la metodología.			
	2 ¿Usa el personal operario el uniforme adecuado?			X		El personal asiste al área con ropa de calle, no cuentan con un uniforme estandar.			
	3 ¿Personal utiliza los EPP's adecuados en el área de trabajo?			X		Los colaboradores utilizan EPP's como tapabocas, botas y guantes.			
	4 ¿Se limpia el lugar de trabajo cuando se acaba el horario de trabajo?			X		El lugar de trabajo es limpiado regularmente al final del horario.			
	5 ¿Se realizan auditorías constantes acerca del cumplimiento de las 5s?			X		Hoy en día no se realizan auditorías para el cumplimiento de las 5S's.			
	6 ¿Está el personal comprometido con los procedimientos definidos?			X		El ejecutan sus actividades según los lineamientos.			
	7 ¿Cumplen los miembros encargados hacer seguimiento sobre el cumplimiento de los horarios de reunión de 5s?			X		Aún no existen reuniones 5S's.			
	TOTAL	0	0	5	2	23			

Anexo 7 Manual de limpieza

MANUAL DE LIMPIEZA																			
MAQUINA	Ubicación Gráfica	Sistema / Componente / Lugar	Actividad	Estándar	Equipo de protección	Materiales	Tiempo (min)	Responsable				RESPONSABLE EJECUTOR	FRECUENCIA						
								Procavil	Mantenimiento	Operador	Externo		D	S	Q	M			
																			
Estantes del Almacén 1		1	Piso de estructura	Barrido	Sin restos de polvo	Mascarilla Casco	Escoba	3			x		Almacenero	1er turno	x				
			Pasadizo	Barrido	Sin restos de basura en el pasadizo	Mascarilla Casco	Escoba y recogedor		5	x					Limpieza	1er turno	x		
			Estructura	Trapeado	Sin polvo	Mascarilla Casco Arnés	Trapo		2			x			Almacenero	1er turno		x	
Coche Hidráulico		2	Dientes	Trapeado y pintado	Sin manchas ni rayones	Mascarilla	Trapo y pintura	10			x		Almacenero	1er turno	x				
			Juego mecánico	Trapeado y escobilla	Sin pelusa ni polvo	Mascarilla	Trapo y escobilla con cerdas de metal		10			x			Almacenero	1er turno	x		
			Interno	Trapeado y engrasado	Sin pelusa, ni polvo y engrasado	Guantes y mascarilla	Grasa y cepillo con cerdas de metal		90		x				Mantenimiento	1er turno			x
Aplificador		3	Chasis	Pintado y lijado	Sin óxido ni desgaste	Lentes y mascarilla	Lina, brocha y pintura	90		x			Mantenimiento	1er turno			x		
				Limpieza	Sin óxido ni desgaste y sin polvo	Mascarilla	Trapo		10			x			Almacenero	1er turno	x		
		Parte interna	Soplete, sacudido y aceitado	Sin polvo ni basura	Mascarilla	Grasa y soplete		10		x				Mantenimiento	1er turno		x		
		Dientes	Trapeado	Sin óxido o desgaste	-	Lija		15			x			Almacenero	1er turno	x			
		Cadenas	Cepillada	Engrasado y sin pelusa	Guantes	Grasa, escobilla con cerdas de metal		20			x			Almacenero	1er turno	x			



Anexo 8 Plan de mantenimiento del reactor

MANTENIMIENTO	PLAN DE MANTENIMIENTO (REACTOR)			TURNO:						
	MÁQUINA: REACTOR	LÍNEA: 1		Mañana/Tarde/Noche						
Con carácter general ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento			Tiempo (min)	Indicar la frecuencia						
				L	M	M	J	V	S	D
	 1.1  1.2	ZONA DE GUÍA								
		 Inspección del adaptador de plástico	5							
	 1.2  1.2	Inspección de puerto universal	5							
		ZONA DE HUSILLOS								
	 1.1  1.1	Inspección de llave de paso	5							
		Lubricar llave de paso								
	 1.1  1.1	Inspección de válvula de bola (ON/OFF)	5							
		Ajuste de válvula de bola								
	 1.1  1.1	ZONA DE ENGRANAJES								
		 Inspección de control de nivel								
			Limpieza de control de nivel	5						

LEYENDA	
	INSPECCIONAR
	LIMPIAR
	AJUSTAR
	PINTAR
	LUBRICAR
	CERRAR
	RESANAR

Anexo 10 Costo detallado de las 5S

Fases	Costos Degradados	Costo	Cantidad	Horas	TOTAL
Costos de Implementación	Repisa para etiquetas,EPP's	S/ 600.00	2		S/ 1,200
	Tablero de Gestión Visual	S/ 150.00	1		S/ 150
	Lecciones de un punto	S/ 5.00	18		S/ 90
	Balde de Pintura	S/ 65.00	5		S/ 325
	Papelería(afiches, hojas bond, etc)	S/ 35.00	4		S/ 140
	Letreros, Señales	S/ 15.00	40		S/ 600
	Utiles de limpieza(escobas, recogedores,etc)	S/ 80.00	6		S/ 480
	Organización de las charlas.	S/ 75.00	14		S/ 1,050
	Racks	S/ 120.00	5		S/ 600
	Coche transportadores	S/ 160.00	8		S/ 1,280
	Tachos	S/ 30.00	4		S/ 120
	EPP'S (botas, mascarillas, guardapolvos)	S/ 55.00	120		S/ 6,600
Subtotal				S/ 12,635	
Reuniones de capacitación inductoria de 5S (5 horas)	Costo de Operarios	S/ 5.34	10	5	S/ 267
	Costo de gerente de producción	S/ 41.67	1	5	S/ 208
	Costo de jefe de seguridad	S/ 28.65	1	5	S/ 143
	Costo de jefe de operaciones	S/ 31.25	1	5	S/ 156
	Costo del capacitador (Consultor senior)	S/ 300.00	1	5	S/ 1,500
Subtotal				S/ 2,275	
Capacitación profunda en equipo de mejora continua 2 horas	Costo de gerente de producción	S/ 41.67	1	2	S/ 83
	Costo de jefe de seguridad	S/ 28.65	1	2	S/ 57
	Costo de jefe de operaciones	S/ 31.25	1	2	S/ 63
	Costo del Asistente Lean	S/ 150.00	1	2	S/ 300
	Costo del capacitador (Consultor senior)	S/ 400.00	1	2	S/ 800
Subtotal				S/ 1,303	
Costo de reunión de implementación de la 1S y 2S (8 hrs operarios, 4 horas supervisor e ingeniero.)	Costo de Operarios	S/ 5.34	10	8	S/ 427
	Costo de gerente de producción	S/ 41.67	1	4	S/ 167
	Costo de jefe de operaciones	S/ 31.25	1	8	S/ 250
	Costo de jefe de seguridad	S/ 28.65	1	8	S/ 229
	Equipo Lean (Consultor)	S/ 450.00	1	8	S/ 3,600
	Auditorías 1S Y 2 S (Consultor Senior+ 2 asistentes)	S/ 600.00	1	2	S/ 1,200
Subtotal				S/ 5,873	
Costo de reunión de implementación de 3S y 4S(8 hrs operarios, 4 horas supervisor e ingeniero.)	Costo de Operarios	S/ 5.34	10	8	S/ 427
	Costo de gerente de producción	S/ 41.67	1	4	S/ 167
	Costo de jefe de seguridad	S/ 28.65	1	4	S/ 115
	Costo de jefe de operaciones	S/ 31.25	1	4	S/ 125
	Equipo Lean (Consultor)	S/ 450.00	1	8	S/ 3,600
	Auditorías 3S Y 4 S (Consultor Senior+ 2 asistentes)	S/ 600.00	1	2	S/ 1,200
Subtotal				S/ 5,633	
Costo de reunión de implementación de 5S, monitoreo y revisión general (4 horas)	Costo de Operarios	S/ 5.34	10	4	S/ 214
	Costo de gerente de producción	S/ 41.67	1	4	S/ 167
	Costo de jefe de seguridad	S/ 28.65	1	4	S/ 115
	Costo de jefe de operaciones	S/ 31.25	1	4	S/ 125
	Equipo Lean (Consultor)	S/ 450.00	1	4	S/ 1,800
	Auditorías 5S (Consultor Senior+ 2 asistentes)	S/ 600.00	1	2	S/ 1,200
Subtotal				S/ 3,620	
Total				S/ 31,339	

Anexo 11 Cálculo del COK

Indicadores	Valores
Bu	0.96
T	0.3
D	1
E	1
D/E	1
Bl	1.632

Indicadores	Valores
Rf	4.87
RM-RF	6.64
Rpais	2.08
Re (COK)	17.79

