

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



**DIAGNÓSTICO Y MEJORA DE PROCESOS EN UNA EMPRESA DE
PRODUCTOS PLÁSTICOS APLICANDO LAS HERRAMIENTAS Y
METODOLOGÍA DEL PDCA**

Tesis para optar por el grado académico de Maestro en
Ingeniería Industrial que presenta:

Luis Miguel Sanca Navarrete

Asesor:

Miguel Hermógenes Mejía Puente

Lima, 2025

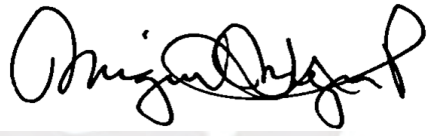
Informe de Similitud

Yo, Miguel Hermógenes Mejía Puente, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada Diagnóstico y Mejora de Procesos en una Empresa de Productos Plásticos aplicando las Herramientas Y Metodología del PDCA, de el autor Luis Miguel Sanca Navarrete, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 17%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 21/07/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de investigación, 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, 21 de Julio de 2025.

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Mejía Puente, Miguel Hermógenes</u>	
DNI: 06634011	Firma
ORCID: 0000-0002-4723-1856	

RESUMEN

La poca eficiencia de un proceso productivo, ratio de productividad, sumado a la pérdida de los ingresos, lucro cesante, de una empresa de plásticos dedicada a la fabricación de bolsas de plástico y cintas de seguridad industrial de uso de consumo masivo y de uso particular han sido las condiciones suficientes para buscar una situación de mejora en este proceso.

El análisis minucioso de varios indicadores financieros y operacionales, como las ratios de porcentaje de rentabilidad operacional, porcentaje de utilización de la capacidad operativa instalada, porcentaje de productos no conformes, entre otros permitió identificar que el lucro cesante, que es la suma de los costos por reproceso y la rentabilidad perdida es de S/. 1,497,999.12 soles y que el ratio de operatividad productiva de 82.31%. Debido a la situación observable, este trabajo de tesis propone disminuir el lucro cesante en 40% y aumentar el ratio de productividad en 5%.

La metodología utilizada fue el PDCA en sus 4 fases con las diversas herramientas del *Lean Manufacturing* y herramientas estadísticas entre las cuales tenemos a Diagrama de Pareto, Diagrama Causa Efecto, SIPOC, *Check List*, Polivalencia, ANOVA, Prueba de Hipótesis, etc. La empresa en estudio no había desarrollado proyectos bajo estos métodos, por lo cual fue necesario que personas capacitadas guiaran y acompañaran el despliegue funcional de cada una de ellas.

Luego de las contramedidas implementadas, se recogieron los datos de una muestra y se evidenció la efectividad de la propuesta, la cual incluso superaba la meta establecida para ambos indicadores, ya que el lucro cesante disminuyó en 48.37%, (de un promedio diario de S/. 4026.88 soles a S/.2078.91 soles) y que el ratio de operatividad productiva aumento en 7.83%, (de 82.31% a 90.14%). Finalmente, se llevó a cabo la evaluación económica del planteamiento en 3 escenarios posibles (pesimista, real y optimista) obteniendo un COK (Costo de oportunidad), TIR (Tasa Interna de retorno) y VAN (Valor actual neto) promedio de 0.91% mensual, 2.18% mensual y S/. 40,000 soles

A continuación, el texto detalla la secuencia utilizada para lograr la reducción de del porcentaje de materia prima reprocesada y la disminución del lucro cesante.

ABSTRACT

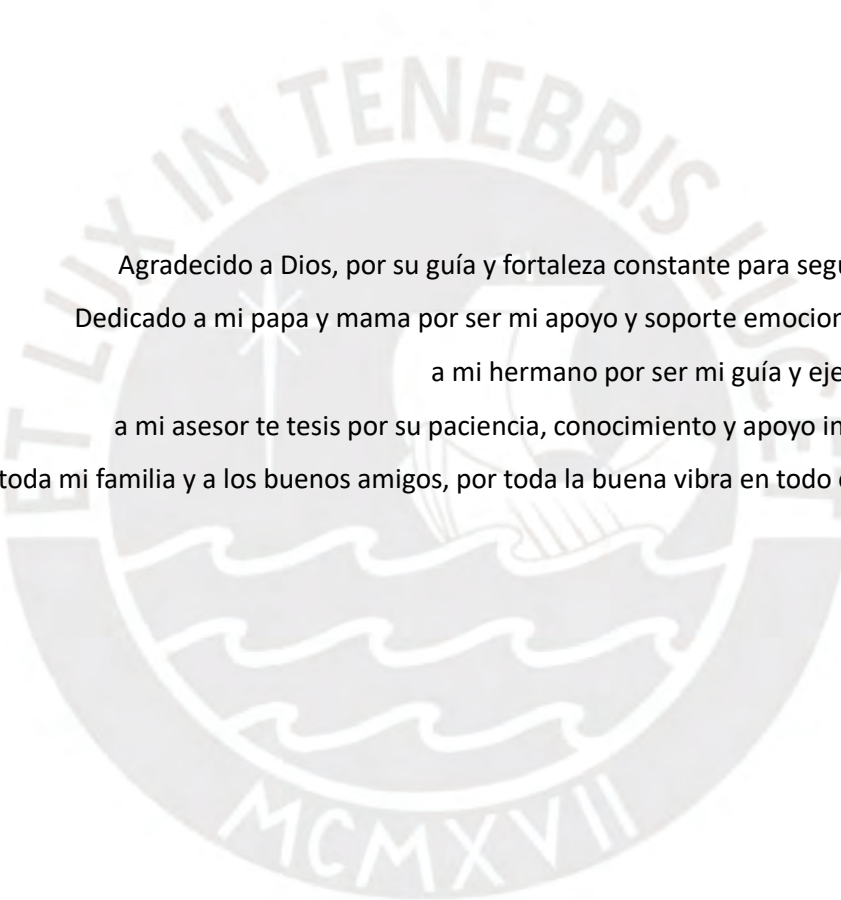
The low efficiency of a production process, productivity ratio, added to the loss of income, lost profits, of a plastics company dedicated to the manufacture of plastic bags and industrial safety tapes for mass consumption and private use have been sufficient conditions to seek an improvement in this process.

The detailed analysis of various financial and operational indicators, such as operational profitability percentage ratios, percentage of utilization of installed operational capacity, percentage of non-conforming products, among others, allowed us to identify that the lost profits, which is the sum of reprocessing costs and lost profitability, is S/. 1,497,999.12 soles and that the productive operability ratio is 82.31%. Due to the observable situation, this thesis proposes to reduce lost profits by 40% and increase the productivity ratio by 5%.

The methodology used was PDCA in its 4 phases with various Lean Manufacturing tools and statistical tools, including Pareto Diagrams, Cause-and-Effect Diagrams, SIPOC, Check Lists, Multi-skilling, ANOVA, Hypothesis Testing, etc. The company under study had not developed projects under these methods, so it was necessary for trained personnel to guide and accompany the functional deployment of each one. After the implemented countermeasures, data from a sample were collected, and the effectiveness of the proposal was evidenced, which even exceeded the established goal for both indicators. Lost profits decreased by 48.37% (from a daily average of S/. 4026.88 soles to S/. 2078.91 soles), and the productive operational ratio increased by 7.83% (from 82.31% to 90.14%).

Finally, an economic evaluation of the approach was carried out in 3 possible scenarios (pessimistic, realistic, and optimistic), obtaining an average WACC (Weighted Average Cost of Capital), IRR (Internal Rate of Return), and NPV (Net Present Value) of 0.91% monthly, 2.18% monthly, and S/. 40,000 soles.

The text below details the sequence used to achieve the reduction in the percentage of reprocessed raw material and the decrease in lost profits.



Agradecido a Dios, por su guía y fortaleza constante para seguir adelante.
Dedicado a mi papa y mama por ser mi apoyo y soporte emocional continuo;
a mi hermano por ser mi guía y ejemplo diario;
a mi asesor te tesis por su paciencia, conocimiento y apoyo incondicional.
A toda mi familia y a los buenos amigos, por toda la buena vibra en todo este tiempo.

OBJETIVO GENERAL

- Disminuir el porcentaje de reproceso de materia prima en un 10% y disminuir el lucro cesante en 2.0% mediante la aplicación de la metodología PDCA y el uso de herramientas *Lean Manufacturing* y herramientas Estadísticas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la situación actual del proceso productivo, identificando los problemas y causas en todas sus fases.
- Implementar contramedidas que logren cumplir las metas trazadas.
- Estandarizar el proceso a través de una cultura de mejora continua.

METODO DE TRABAJO

Se revisará casos de éxito donde se aplicó la metodología PDCA en empresas similares o del rubro de plástico en todas sus formas. Se analizará la situación de la empresa en estudio identificando los problemas y causas que presenta. Se implementará contramedidas correctivas que generen impacto y logren cumplir las metas trazadas. Se verificará el impacto de las medidas a través de un muestreo estadístico simple. Se determinará planes y metas que permitan que la mejora sea sostenible en el tiempo. Finalmente, se evaluará el impacto económico-financiero para saber si es viable la implementación.

Índice de Contenido

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Caso práctico de diagnóstico Operativo Empresarial de la Empresa de Plásticos Perú Alfa S.R.L.	1
1.1.1 introducción	1
1.1.2 Diagnóstico de la empresa	2
1.1.2.1 Ubicación y dimensionamiento de la planta	3
1.1.2.2 Planeamiento y diseño de productos.	4
1.1.2.3 Planeamiento y diseño del proceso.	5
1.1.2.4 Planeamiento y diseño de la planta	7
1.1.2.5 Planeamiento y diseño del trabajo.	8
1.1.2.6 Planeamiento agregado	8
1.1.2.7 Programación de Operaciones Productivas.	9
1.1.2.8 Gestión Logística	10
1.1.2.9 Gestión de Costos.	11
1.1.2.10 Gestión y Control de Calidad.	11
1.1.2.11 Gestión de Mantenimiento	12
1.1.3 Conclusiones.	13
1.2 Caso práctico de la Propuesta de Mejora Continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PDCA y Manufactura Esbelta.	14
1.2.1 Introducción	14
1.2.2 Análisis y diagnóstico de la situación actual	15
1.2.2.1 Fase Planear (PLAN)	16
1.2.3 Desarrollo de la metodología	17
1.2.3.1 Fase Hacer (DO)	17
1.2.3.2 Fase Verificar (CHECK)	21
1.2.3.3 Fase Actuar (ACT)	21
1.2.4 Evaluación económica	21
1.2.5 Conclusiones	22
1.3 Caso práctico de la Propuesta de implementación de los 14 principios del Dr. Deming en una empresa de envases y envolturas plásticas	22
1.3.1 Introducción	23
1.3.2 Análisis y diagnóstico de la situación actual	24
1.3.2.1 Diagnóstico de la empresa actual	24
1.3.2.2 Modelo por Implementar en función a las 4 dimensiones de los 14 principios de Deming	25

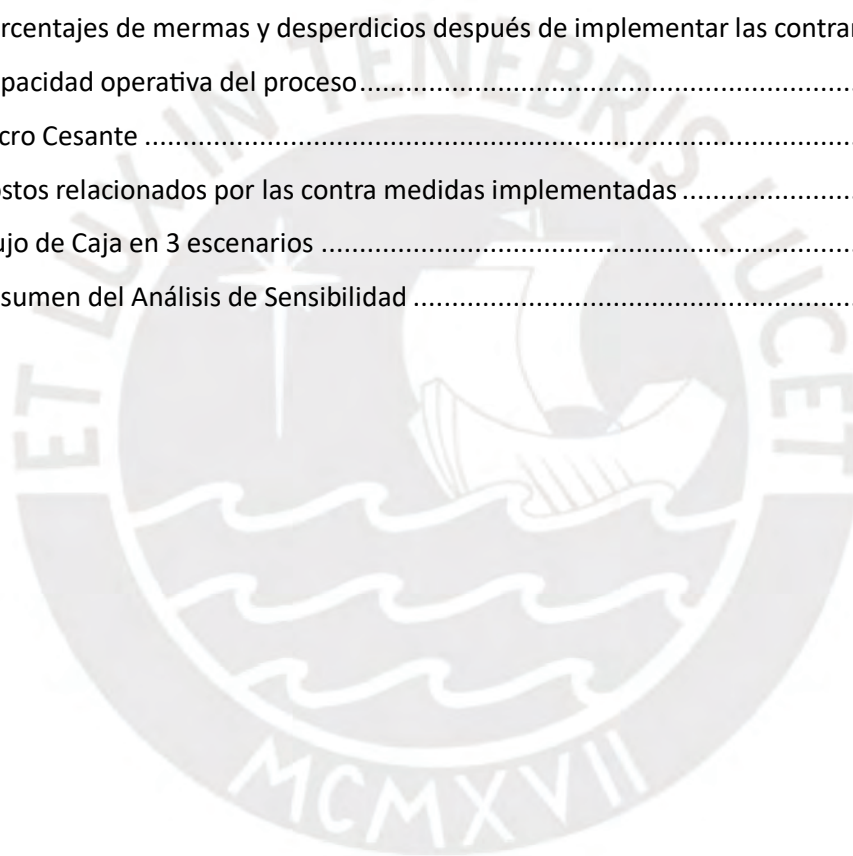
1.3.2.3	Propuesta de Plan de Gestión Empresarial	27
1.3.3	Conclusiones	27
CAPÍTULO 2. ESTUDIO DE CASO		28
2.1	Análisis de la Industria	29
2.2	Descripción de la empresa	30
2.2.1	Mapa organizacional	32
2.3	Sistema Productivo	35
2.3.1	Productos Elaborados por Plast ABC SAC	35
2.3.2	Mapeo de Procesos	40
2.3.3	Sistema Productivo	42
2.3.3.1	Proceso de Peletizado	42
2.3.3.2	Proceso de Mezclado	45
2.3.3.3	Proceso de Extrusión	48
2.3.3.4	Proceso de Impresión	50
2.3.3.5	Proceso de Sellado	52
2.3.4	Capacidad del Proceso	55
2.4	Diagnóstico de la empresa	57
2.4.1	Rentabilidad Operacional	57
2.4.2	Utilización de la Capacidad Productiva	60
2.4.3	Productos No Conformes	62
2.4.4	Matriz de Multicriterio de Decisión	63
2.5	Análisis del Proceso	68
2.5.1	Diagrama SIPOC	68
2.5.2	Tiempos Operativos	69
2.5.3	Indicadores de mermas y desperdicios de materia prima	70
2.5.4	Análisis del costo del Reproceso y Lucro Cesante	70
2.6	Identificación de los problemas	71
2.6.1	Revisión de Hojas de Producción diaria (<i>Check List</i>)	71
2.6.2	Análisis de Pareto	72
2.6.3	Diagrama Causa-Efecto	73
2.6.4	Árbol de fallos (Causas raíz o potenciales)	78
CAPÍTULO 3. TRATAMIENTO DE LA METODOLOGIA		79
3.1	Acciones y Contramedidas a Implementar en Plast ABC SAC	79
3.1.1	Implementación de un sistema de aire comprimido	80
3.1.1.1	Situación Actual	80
3.1.1.1.1	Máquinas compresoras dentro del área operativa	80

3.1.1.1.2	Costos generados por las compresoras dentro del área operativa.....	81
3.1.1.1.3	Análisis de las variables de las compresoras actuales.....	82
3.1.1.2	Situación Propuesta	84
3.1.1.2.1	Sistema de aire comprimido estándar propuesto	85
3.1.1.2.2	Diseño del sistema de aire comprimido estándar propuesto.....	85
3.1.1.2.3	Costos del sistema de aire comprimido estándar propuesto	86
3.1.2	Desarrollo de un plan de capacitación al personal operativo	87
3.1.2.1	Situación Actual	87
3.1.2.1.1	Análisis de la Capacitación Operativa a los Operarios.....	90
3.1.2.1.2	Análisis de la Polivalencia de Operarios.....	92
3.1.2.2	Situación Propuesta	95
3.1.2.2.1	Plan de capacitación para los operarios del área productiva	96
3.1.3	Implementación y desarrollo del área de mantenimiento industrial de la empresa 98	
3.1.3.1	Situación Actual	99
3.1.3.1.1	Costos incurridos en el mantenimiento industrial	99
3.1.3.1.2	Tiempos de atención del mantenimiento industrial	100
3.1.3.2	Situación Propuesta.....	102
3.1.3.2.1	Costos de implementación de área de mantenimiento	102
3.1.3.2.2	Implementación del mantenimiento preventivo	103
3.2	Verificación del impacto de las contramedidas implementadas.....	106
3.2.2	Revisión de contramedidas implementadas	107
3.2.3	Análisis del proceso productivo después de la implementación de las medidas 108	
CAPÍTULO 4. EVALUACION ECONOMICA		113
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		116
5.1	Conclusiones	116
5.2	Recomendaciones	117
BIBLIOGRAFIA.....		118

Índice de Tablas

Tabla 1 Participación de mercado de la empresa Plast ABC SAC por regiones en el 2023	30
Tabla 2 Participación de mercado de la empresa Plast ABC SAC en la región Lima Centro en el 2023	31
Tabla 3 Línea de productos de bolsas de plástico de Plast ABC SAC.....	36
Tabla 4 Línea de productos de cintas de seguridad industrial.....	39
Tabla 5 Recursos obtenidos en el proceso de peletizado.....	43
Tabla 6 Especificaciones técnicas de las maquinas peletizadoras	45
Tabla 7 Materia Prima usada según el producto	46
Tabla 8 Especificaciones técnicas de las máquinas de mezclado	48
Tabla 9 Especificaciones técnicas de las máquinas de extrusión.....	50
Tabla 10 Especificaciones técnicas de las máquinas de impresión.....	52
Tabla 11 Descripción de actividades del proceso de sellado.....	53
Tabla 12 Descripción de actividades del proceso de sellado.....	55
Tabla 13 Capacidad del proceso productivo.....	56
Tabla 14 Análisis de productos con mayores porcentajes.....	64
Tabla 15 Multicriterio de Thomas Satty	65
Tabla 16 Análisis de Multicriterio de Thomas Satty.....	65
Tabla 17 Decisión del análisis de Multicriterio de Thomas Satty.....	66
Tabla 18 Análisis de Multicriterio de Thomas Satty.....	67
Tabla 19 Tiempos operativos para la producción de un fardo de bolsas plásticas.....	70
Tabla 20 Indicadores de mermas y desperdicio	70
Tabla 21 Análisis del Lucro Cesante	71
Tabla 22 Incidencias del Proceso Productivo.....	72
Tabla 23 Número de máquinas compresoras por área operativa	81
Tabla 24 Costos generados por las máquinas compresoras por área	82
Tabla 25 Muestra de prueba de Análisis de ANOVA.....	83
Tabla 26 Resumen del Análisis de la prueba ANOVA.....	84
Tabla 27 Resumen de la cotización	87
Tabla 28 Productos intermedios con falla por área productiva.....	90
Tabla 29 Índice de rotación del área productiva	90
Tabla 30 Horas de trabajo en el área productiva.....	91
Tabla 31 Criterios de ponderación para polivalencia.....	92
Tabla 32 Matriz de polivalencia	93

Tabla 33 Porcentaje de calificación por operario	94
Tabla 34 Porcentaje de operarios calificados por proceso	94
Tabla 35 Porcentaje de operarios polivalentes de las áreas productivas.....	95
Tabla 36 Alcance del plan de capacitación	96
Tabla 37 Costos de Mantenimiento	100
Tabla 38 Tiempos de atención de situaciones	101
Tabla 39 Costos incurridos para la implementación del área de mantenimiento	103
Tabla 40 Variables a considerar para el diseño del plan de mantenimiento.....	103
Tabla 41 Plan de Mantenimiento Preventivo	105
Tabla 42 Resumen del Análisis de la prueba ANOVA	107
Tabla 43 Porcentajes de mermas y desperdicios después de implementar las contramedidas	110
Tabla 44 Capacidad operativa del proceso	110
Tabla 45 Lucro Cesante	111
Tabla 46 Costos relacionados por las contra medidas implementadas	113
Tabla 47 Flujo de Caja en 3 escenarios	114
Tabla 48 Resumen del Análisis de Sensibilidad	115



Índice de Figuras

Figura 1 Porcentaje de utilización 2016-2018	16
Figura 2 Resultados de Cuestionario de Fisher aplicado a la Empresa S.A.	25
Figura 3 Distribución Organizacional-Funcional de la Empresa ABC SAC.....	33
Figura 4 Organigrama de Jerarquización de la empresa Plast ABC SAC.	34
Figura 5 Línea de productos de cintas de seguridad industrial	39
Figura 6 Flujo de Procesos Estratégicos, Funcionales y Operativos.....	40
Figura 7 Flujo del proceso productivo de bolsas de plástico.....	41
Figura 8 Diagrama de Operaciones Operario-Maquina del Proceso de Peletizado.....	44
Figura 9 Diagrama de Operaciones Operario-Maquina del Proceso de Mezclado	47
Figura 10 Diagrama de Operaciones Operario-Maquina del Proceso de Extrusión	49
Figura 11 Diagrama de Operaciones Operario-Maquina del Proceso de Impresión	51
Figura 12 Diagrama de Operaciones Operario-Maquina del Proceso de Sellado.....	54
Figura 13 Gráfica de ventas por familia de Plast ABC SAC.....	58
Figura 14 Grafica de rentabilidad operacional por familia de productos.....	59
Figura 15 Grafica de rentabilidad operacional por producto	60
Figura 16 Grafica de rentabilidad por familia de productos.....	61
Figura 17 Grafica del porcentaje de utilización por producto de Plast ABC SAC.	62
Figura 18 Grafica del porcentaje productos No conformes	63
Figura 19 Grafica SIPOC.....	69
Figura 20 Grafica de Pareto	73
Figura 21 Grafica de Causa- Efecto del problema “Bobinas con Fallas”	75
Figura 22 Grafica de Causa- Efecto del problema “Impresiones Defectuosas”	76
Figura 23 Grafica de Causa- Efecto del problema “Productos NO conformes”	77
Figura 24 Grafica de Árbol de Fallos (Causas raíz o potenciales).....	78
Figura 25 Diagrama de tiempos asignados a las fases plan de capacitación.....	97
Figura 26 Diagrama del cronograma de actividades de la Fase 2 del plan de capacitación.....	98
Figura 27 Grafica de la Rentabilidad por producto	109
Figura 28 Rentabilidad por producto	109

INTRODUCCION

En los últimos 10 años en el Perú, la industria del plástico ha crecido considerablemente. Según el texto publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI, en noviembre del 2022 se puede apreciar que: El número de empresas creció en 51.57%, aproximadamente el 57.8% de las empresas cuentan con máquinas de baja capacidad productiva, la importación de materia prima se incrementa anualmente a una tasa de 11%, el número de personal operativo se incrementa en 8.7% anual y que la rentabilidad del rubro del plástico tiene un ROU de 3.1% y un ROE de 5%.

Como se puede apreciar, el rubro del plástico en el Perú está en etapa de crecimiento, con mucho dinamismo y con un entorno muy cambiante. Al ser los productos de plástico, productos de consumo masivo, la ventaja competitiva se logra con procesos eficientes, personal calificado, productos de calidad a un menor precio.

La empresa Plast ABC SAC que tiene 19 años en el rubro de plástico, desea continuar en el rubro y además ser una de las empresas que lidera el rubro de plástico. Para lograr este objetivo se realizará un análisis del proceso productivo y del proceso comercial usando la metodología PDCA y herramientas de *Lean Manufacturing*. Este estudio se realizará en los siguientes capítulos:

- En el primer capítulo, se revisará casos de éxito donde se usó la metodología PDCA en empresas del rubro de plástico, los cuales serán usados como el marco teórico.
- En el segundo capítulo, se realizará un diagnóstico de la situación actual de la empresa Plast ABC SAC.
- En el tercer capítulo, se implementará contramedidas para eliminar los problemas encontrados en el capítulo anterior.
- En el cuarto capítulo, se hará una evaluación económica para analizar la eficiencia de las contramedidas implementadas.
- En el quinto capítulo, se redactará las conclusiones y recomendaciones obtenidas en la realización de este proyecto de mejora continua.
- Finalmente, en el último capítulo, se detallará los libros, informes, presentaciones, tesis usadas como fuente bibliográfica.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo, se explicarán tres casos de éxito de empresas que producen y comercializan productos plásticos, las cuales implementaron diferentes metodologías de mejora continua en los procesos administrativos, productivos y logísticos. Lo que lograron al aplicar estas metodologías de mejora de procesos como el PDCA (Ciclo de Deming), *Lean Manufacturing*, TQM (*Total Quality Management*) y TPM (Mantenimiento Preventivo Total) fue aumentar la capacidad instalada, disminuir los tiempos de entrega, eliminar las 7 mudas (sobreproducción, movimiento, espera, transporte, sobre procesos, inventario, defectos), incrementar las ratios de productividad, calidad y eficiencia, entre otras cosas.

1.1 Caso práctico de diagnóstico Operativo Empresarial de la Empresa de Plásticos Perú Alfa S.R.L.

Se revisó la tesis para obtener el grado de Magíster en la Escuela de Postgrado PUCP de Claure, Corahua, Ventocilla, Vinelli (2017) "Diagnóstico Operativo Empresarial de la Empresa de Plásticos Perú Alfa", en la cual se puede notar que el uso de herramientas de *Lean Manufacturing* en procesos productivos de plástico mejora la eficiencia de los procesos operacionales. La revisión de esta tesis fue exhaustiva donde se la da mayor relevancia a los procesos revisados, las herramientas de mejora continua utilizada y los logros alcanzados a partir de las mejoras implementadas.

1.1.1 introducción

Plásticos Perú Alfa S.R.L. es una empresa del grupo Alfa, que se destaca en el sector manufacturero por su enfoque especializado en la producción y comercialización de una amplia gama de productos plásticos. Desde su sede en Lima, Perú desde 1990, la empresa opera con instalaciones de producción modernas y eficientes distribuyendo sus productos a nivel local y también a nivel regional e internacional a países como El Salvador, Chile y Bolivia, teniendo como materia prima el polietileno, polipropileno y poliestireno.

Su portafolio de productos abarca envases para alimentos y bebidas, recipientes para uso doméstico, artículos de cuidado personal, entre otros productos plásticos de consumo común. Con una larga trayectoria en el mercado nacional e internacional, Plásticos Perú Alfa S.R.L. ha establecido sólidas relaciones con clientes de diversos sectores, incluyendo la industria alimentaria, la industria cosmética, cadenas minoristas y distribuidores. Su compromiso con la calidad se refleja en la implementación de rigurosos estándares de control de calidad en todas

las etapas de producción, asegurando la confiabilidad y seguridad de sus productos. Además, la empresa se esfuerza por mantener precios competitivos y ofrecer un servicio al cliente excepcional, lo que ha contribuido a su reputación como proveedor confiable en el mercado de productos plásticos.

Los diferentes productos que elabora se agrupan según el rubro en el que se usara el producto.

1. Envases para alimentos y bebidas: Botellas, recipientes, vasos y otros envases diseñados para el envasado y transporte de alimentos y bebidas.
2. Recipientes para uso doméstico: Platos, bolsas, cubiertos y otros artículos utilizados en el hogar para el almacenamiento y consumo de alimentos y líquidos.
3. Artículos de cuidado personal: Botellas y frascos para productos de cuidado personal como champú, acondicionador, jabón líquido, lociones y cremas.
4. Productos de limpieza y mantenimiento del hogar: Botellas y contenedores para productos de limpieza como detergente, suavizante, limpiadores multiuso y desinfectantes.
5. Productos personalizados: Ofrece servicios de diseño y fabricación personalizada de productos plásticos según las especificaciones y requerimientos del cliente.

Entre sus diferentes procesos productivos que tiene, los principales son:

1. Extrusión: Utilizado para la fabricación de láminas plásticas en diferentes medidas, según los requerimientos de los clientes.
2. Inyección y Termoformado: Utilizada para la fabricación de envases, tapas, sorbetes, etc.
3. Soplado: Utilizado para la fabricación de envases huecos y botellas.
4. Sellado: Utilizado para producir bolsas de asa, bolsas rollo, bolsas de sellos fondo, etc.
5. Peletizado: Utilizado para producir materia prima a partir de las mermas y desperdicios.
6. Impresión: Utilizado para incluir alguna imagen en los mangas de plástico.'

1.1.2 Diagnóstico de la empresa

Se realizó un análisis a profundidad de los diferentes procesos estratégicos, procesos clave y procesos de soporte, teniendo mayor incidencia en el proceso productivo y el proceso logístico de la línea de productos de envases de plástico trilaminados, separándoles por ubicación y dimensionamiento; planeamiento y diseño de producto, proceso, planta y trabajo; planeamiento agregado, programación de operaciones productivas; gestión logística, costos, aseguramiento de la calidad y mantenimiento; y finalmente la cadena de suministro. En cada tema se indicará las herramientas utilizadas y los logros alcanzados.

1.1.2.1 Ubicación y dimensionamiento de la planta

Se analizó la ubicación y capacidad de la planta productora de envases de plástico trilaminados de Plásticos Perú Alfa S.R.L, proyectando un crecimiento en la demanda de envases flexibles debido al mayor consumo de productos de consumos masivo como lo son las galletas y los dulces. Se realizó un análisis macro y micro de ubicación para determinar la mejor ubicación para una planta de producción de plásticos en Lima, identificando Lima Metropolitana como la provincia más adecuada y al distrito de Lurín como la zona industrial idónea.

Los factores considerados en el análisis de la ubicación y capacidad de la planta productora de envases de plástico trilaminados son:

- Los requisitos del mercado
- Las tendencias de producción
- La disponibilidad de materias primas
- Las tendencias de la demanda.

Para realizar el diagnóstico, se utilizaron herramientas como

- Graficas de tiempo, donde se puede ver la variación de la demanda de los envases trilaminados por año.
- Indicadores de la proyección de la demanda, donde se revisa la demanda en ciertos años y su proyección en los siguientes 3 años.
- Capacidad instalada de planta, donde se revisa la capacidad de producción de la planta actual.
- El análisis de factores de macro localización ponderados, que permitieron evaluar aspectos como la disponibilidad de materias primas, cercanía al mercado meta, servicios básicos y mano de obra disponibles. Las ciudades consideradas a elegir fueron Lima, Callao, Trujillo y Arequipa, siendo la ciudad de Lima la elegida.
- El análisis de factores de micro localización ponderados, que permitieron evaluar variables como disponibilidad del terreno, costo del metro cuadrado del terreno, seguridad, regulaciones municipales. para la ubicación de la planta de producción de trilaminados. Los distritos evaluados fueron Ate, Comas, Villa el salvador, San Juan de Lurigancho y Lurín, siendo este último el elegido.

Ubicar la planta de producción y almacenes del Plásticos Perú Alfa S.R.L en el distrito de Lurín, ciudad de Lima permitirá:

- Pasar de operar a una tasa de utilización de planta del 41%, lo que indica que está muy por debajo de su capacidad máxima de producción, la cual asciende a 675.44 toneladas a una tasa del 100% en los siguientes 8 años. Ante el crecimiento proyectado de la demanda a cinco años, se ha identificado la necesidad de instalar una segunda planta o trasladar todas las operaciones del EPPA. La mejor alternativa identificada a nivel macro y micro es ubicar la nueva planta en Lima Metropolitana, específicamente en el distrito de Lurín.
- Trasladar la planta productiva y los almacenes de Plásticos Perú Alfa S.R.L al distrito de Lurín tiene un costo aproximadamente 4.5 millones de soles, los cuales serán recuperados en 4 años, teniendo como radio costo-beneficio un valor de 1.37.
- Trasladar la planta a Lurín, no solo permitirá aumentar la capacidad instalada de producción de Plásticos Perú Alfa S.R.L de las líneas de productos ya existentes, sino permitirá producir nuevas líneas de producto como la línea de papel higiénico.

1.1.2.2 Planeamiento y diseño de productos.

Se analizó el proceso de Plásticos Perú Alfa S.R.L para la planificación y diseño de productos, enfatizando su compromiso con el control y aseguramiento de la calidad. Se evaluó el tiempo de diseño actual y propone una mejora con la implementación del módulo de solicitud de pedidos ERP-INFOR. Destaca la importancia de utilizar recursos de Tecnología de Información, como un sistema ERP, para optimizar los procedimientos de diseño de productos, lo que lleva a un servicio al cliente más rápido y una mejor coordinación entre los diferentes departamentos, lo que en última instancia resulta en mayores ganancias y menores costos.

La empresa planifica y diseña sus productos siguiendo una secuencia que incluye las siguientes actividades:

- Atención a los requerimientos del cliente
- Selección del producto
- Diseño preliminar
- Construcción del prototipo
- Prueba del prototipo
- Diseño final del producto

Este proceso implica la colaboración entre los departamentos de I+D, Ventas, Producción y Calidad. La empresa compete en la producción de envases laminados flexibles, asegurando la calidad del producto mediante procedimientos certificados según las normas ISO 9001:2008.

Para realizar el diagnóstico, se utilizaron herramientas como

- Flujograma del diseño del producto, donde se indican todas las actividades y los tiempos que toma cada uno de ellos.
- Cuadros del macroproceso del proceso de diseño de producto, donde se relaciona la actividad, el costo involucrado y el tiempo, así como la persona responsable de la actividad.
- Costeo de actividades donde se indica los costos por cada actividad y su respectivo tiempo de realización, así como el beneficio logrado.

La implementación de un ERP para el planeamiento y diseño del producto le permitió a Plásticos Perú Alfa S.R.L:

- Generar información en tiempo real para todas las partes interesadas.
- Reducir los tiempos de diseño de 15 días a 7 días, optimizando el tiempo de respuesta a los clientes en más del 50%.
- Disminuir los costos en cada orden de trabajo en aproximadamente 23%, lo que llevo a generar un beneficio anual de 1.47 millones de soles.

1.1.2.3 Planeamiento y diseño del proceso.

Se realizó un mapeo de procesos tanto de los procesos estratégicos como de los procesos clave. El proceso clave es el proceso de producción en la fabricación de envases trilaminados en Plásticos Perú Alfa, S.R.L. La exhaustiva revisión del proceso permitió mejorar la optimización del proceso, mejorar la eficiencia operativa y la generación de una cultura de mejora continua. Estos beneficios han fortalecido la competitividad y el éxito a largo plazo de la empresa en un mercado dinámico y competitivo.

Dentro del proceso de producción, te cuenta con los siguientes subprocesos:

- Proceso de Extrusión, en este proceso de producen las mangas de plástico en forma de rollos.
- Proceso de Flexografía, en este proceso se incluye la imagen dentro de la manga de plástico.
- Proceso de Laminación, en este proceso se lamina las mangas según las especificaciones técnicas del cliente.
- Proceso de Corte y Doblado, en este proceso se corta y dobla los envases.

- Proceso de Sellado Industrial, en este proceso se le hace los sellos laterales en los envases trilaminados.

Para realizar el diagnóstico, se utilizaron herramientas como

- Mapa de flujo de valor (*Value Stream Map*): Esta herramienta de *Lean Management* permite visualizar y analizar en detalle los procesos involucrados en la fabricación del producto trilaminados, identificando áreas de mejora y oportunidades para aumentar la eficiencia y reducir desperdicios.
- Herramientas básicas de TQM (*Total Quality Management*): Incluyendo hojas de verificación, diagramas de dispersión, diagramas de causa y efecto, gráficos de Pareto, diagramas de flujo e histogramas, estas herramientas pueden ser utilizadas para analizar datos, identificar problemas y tomar decisiones basadas en evidencia para mejorar la calidad y eficiencia de los procesos, específicamente el proceso de producción.
- Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas): Esta herramienta estratégica permite evaluar tanto los factores internos (fortalezas y debilidades) como los externos (oportunidades y amenazas) que pueden influir en la fabricación del producto trilaminados, facilitando la toma de decisiones informadas y la planificación estratégica.
- Planificación estratégica: El desarrollo de un plan estratégico detallado que defina los objetivos, metas, acciones y recursos necesarios para la fabricación del producto trilaminados es fundamental para garantizar la alineación de todas las actividades con la visión y misión de la empresa.

La aplicación de estas herramientas en el diagnóstico en el planeamiento y diseño del proceso permitió identificar a Plásticos Perú Alfa S.R.L. las siguientes propuestas de mejora:

- Ahorro económico: La aplicación de la metodología SMED ha generado un ahorro estimado de S/ 273,469 al año, gracias a la eliminación de actividades innecesarias y la mejora en la eficiencia de los procesos de fabricación del producto trilaminados.
- Concientización del personal: La implementación de procesos estratégicos ha permitido concientizar al personal operativo sobre la importancia de seguir procedimientos de control para agilizar los métodos de trabajo, simplificar el rastreo de no conformidades y generar un ambiente de trabajo óptimo, lo que se traduce en una mayor motivación y compromiso por parte de la fuerza laboral.
- Incremento en ventas: Se estima que, como resultado de la reducción de tiempo en la etapa de impresión flexo gráfico, la empresa podría experimentar un incremento en

ventas de hasta S/ 613.5 miles al año, lo que representa un beneficio económico significativo frente a la inversión realizada.

- Reducción de tiempos muertos: La optimización de los procesos a través del uso de herramientas como el SMED ha permitido eliminar actividades redundantes y reducir significativamente los tiempos de reproceso, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa y una disminución de costos.

1.1.2.4 Planeamiento y diseño de la planta.

Se analizó la distribución actual de la planta, es decir sus procesos, máquinas y operarios, del proceso de producción de envases trilaminados de Plásticos Perú Alfa S.R.L. Al realizar este análisis, notaron que los procesos de extrusión y flexografía estaban muy alejados lo que generaba mayores recorridos y cuellos de botellas.

Para realizar el diagnóstico, se utilizaron herramientas como

- Diagrama Relacional de Actividades, sirvió para distribuir la secuencia de procesos de producción dentro de la planta de envases trilaminados.
- Distribución por bloques, sirvió para graficar la distribución actual de los procesos dentro de la planta de envases trilaminados.
- Diagramas de recorrido, permitió ver el recorrido que hace el producto desde que es materia prima hasta que se transforma en producto final. En este diagrama se anotan los tiempos involucrados en cada actividad, así como las distancias dentro de la planta de envases trilaminados.
- Estratificación de procesos, permitió dividir las tareas y actividades dentro de cada proceso con el objetivo de verificar su causalidad y efectos dentro de la planta de envases de trilaminados.

Un nuevo diseño de planta le permitió a Plásticos Perú Alfa S.R.L.:

- Modificar la distribución de la planta para mejorar el recorrido de los materiales y el uso eficiente de la maquinaria y la infraestructura. Esta modificación permitió reducir los tiempos productivos en cada orden de trabajo en 17%.
- Reubicar los equipos de extrusión y flexografía redujo en 21% las distancias recorridas lo que permitió un ahorro en este concepto de 351.29 soles por orden de trabajo.
- Redistribuir la planta permite reducir los tiempos de recorrido, lo que conlleva a asegurar la calidad de 90% a 94%.

1.1.2.5 Planeamiento y diseño del trabajo.

Se analizó la planificación y el diseño del trabajo de Plásticos Perú Alfa S.R.L., centrándose en el diseño del trabajo, la estructura organizativa, el método de trabajo, la capacitación y la satisfacción laboral. Las fallas identificadas en la regulación y calibración en las máquinas de extrusión y laminado se señalan como la principal causa del tiempo de inactividad, lo que lleva a planes para capacitar a los operadores para abordar rápidamente estos problemas, así como la implementación en el futuro de la metodología 5S.

Para realizar el diagnóstico, se utilizaron herramientas como

- Graficas estadísticas, se usó el grafico de barras para ver la distribución de los operarios, así como el gráfico circular para revisar el porcentaje de colaboradores según su jerarquía.
- Matriz de causa y tiempos en el proceso productivo, se usó para analizar las actividades y tareas que realizan los operarios con el fin de encontrar los errores que cometen dentro del proceso.
- Diagrama de causa y efecto, se usó para encontrar las causas de cada problema encontrado dentro de los procesos de extrusión y laminado.
- Costo basado en actividades, se usó para analizar el costo adicional que genera cada actividad de los operarios por realizar la actividad o tarea inadecuadamente.

El análisis del planeamiento y diseño del trabajo le permitió a Plásticos Perú Alfa S.R.L

- Reducir los tiempos perdidos en un 50% mediante actividades de capacitación con una frecuencia mensual para el personal operativo. Esta reducción permitió el ahorro de 5061 minutos año.
- Reducir los costos anuales en 103. 8 miles de soles con la aplicación de las 5S.

1.1.2.6 Planeamiento agregado.

Se analizó la planificación agregada de Plásticos Perú Alfa S.R.L en la línea de envases trilaminados, con el objetivo de equilibrar la demanda estimada con la capacidad de producción manteniendo constante la mano de obra y minimizando la rotación.

Para realizar el diagnóstico, se utilizaron herramientas como

- Modelo de suavizamiento exponencial para la proyección de demanda con un MASE de 0.70.
- Análisis de la capacidad de producción por hora y por turno para revisar la capacidad instalada no utilizada.
- Plan agregado a través de hojas calculo para revisar la programación de recursos y los recursos involucrados en cada turno de trabajo.

Con La revisión del planeamiento agregado Plásticos Perú Alfa S.R.L pretende

- Un aumento del 13% en la ganancia bruta proyectada, equivalente a 0.52 millones de soles anualmente, esto se logrará reorganizando las funciones de algunos operarios como los asistentes y supervisores.
- Un aumento del 8% de la demanda, esto se logrará descomponiendo los planes de producción en tiempos más cortos, los cuales serán semanales y diarios.
- Una reducción en el inventario de productos en proceso y productos terminados

1.1.2.7 Programación de Operaciones Productivas.

Se analizó la programación de operaciones productivas de Plásticos Perú Alfa S.R.L en la planta de envases trilaminados flexibles, destacando cuestiones de gestión de la información y proponiendo mejoras como la implementación de un sistema ERP integrado. Enfatiza la importancia de una programación efectiva para utilizar eficientemente los activos y generar rentabilidad.

Para realizar el diagnóstico, se utilizaron herramientas como

- Mapeo de procesos estratégicos, clave y de procesos.
- Graficas de estacionalidad o series de tiempo.
- Matriz de puntos críticos de atención
- Diagramas de flujo para la gestión de la información.

Con la revisión de la programación de operaciones productivas Plásticos Perú Alfa S.R.L identifico como oportunidad de mejoras:

- Implementar un ERP con una inversión de 1.62 millones de soles, el cual se recuperará en 4 años con una tasa de inversión del 26% anual.
- Eliminar los tiempos de muertos de producción, los cuales son 1684 minutos anuales y que representan, el 33% de fallas de planta.

- Optimizar el resguardo de la información de las órdenes de servicio, así como su visualización en tiempo real por todas las partes interesadas.

1.1.2.8 Gestión Logística.

Se realizó un diagnóstico de las funciones de adquisición y suministro, almacenamiento, gestión de inventario y cadena de transporte dentro de la línea de empaques trilaminados de Plásticos Perú Alfa S.R.L. Se identificó problemas en el proceso de adquisiciones, gestión de inventario y transporte interno y externo. Se buscó reducir el exceso de stock en productos terminados para ahorrar costes, implementar un asistente de inventario para planificar los niveles de inventario de manera más eficiente y tercerizar el proceso de distribución de productos terminados.

Dentro de la administración logística, Plásticos Perú Alfa S.R.L cuenta con los siguientes procesos:

- Almacenamiento de materia prima, productos en proceso y productos terminados.
- Movimientos de materiales desde la recepción, ubicación, preparación de pedidos, disposición de ubicación y envío.
- Administración del transporte
- Costeo de actividades logísticas y valorización de inventarios.

Para realizar el diagnóstico, se utilizaron herramientas como

- Flujograma de actividades del proceso de compras
- Matriz de actividades y costos del proceso de compras
- Graficas de control de inventarios por periodo mensuales.
- Capacidad instalada del transporte logístico.
- Costeo de la gestión logística, costo de pedido, costo de adquisición o producción y costo de mantenimiento.
- Valorización del inventario.

La revisión de la gestión logística de Plásticos Perú Alfa S.R.L a través de la metodología *Sales Operation Planning*, SOP permitió llegar a las siguientes alternativas de mejora:

- Implementar el departamento de planeamiento, lo que conlleva a reducir el proceso de adquisición o compra en 32%.
- Reducir el nivel de inventario en 23%, logrando un ahorro de 472009 soles anuales, así como disminuir el lead time a 1 mes.

- Subcontratar a la empresa de transportes SIMEK para que se encargue del transporte de productos terminados. Al tener mayor flota de vehículos, el tiempo de entrega pasara de 4 a 2 días.

1.1.2.9 Gestión de Costos.

Se analizó el método de costeo que usa Plásticos Perú Alfa S.R.L. Este método de costeo por orden de trabajo para calcular los costos de producción determina el costo total de fabricación de la línea de envases trilaminados. Analizar los costos por proceso y actividad, permitió a Plásticos Perú Alfa S.R.L asignar a cada línea productiva sus respectivos costos indirectos de fabricación. Esto conlleva a incrementar la tasa de utilidad operativa de la línea de envases trilaminados, así como eliminar las causas del aumento de este costo.

Para realizar el diagnóstico, se utilizaron herramientas como

- Método de costeo por órdenes de trabajo
- Método de costeo basado en actividades
- Costeo de inventarios, método FIFO

Analizar la gestión de costos, Plásticos Perú Alfa S.R.L planteo:

- Renegociar los contratos con proveedores para mantener precios estables y lograr reducciones en el costo de producción. Esto le permitirá disminuir fluctuaciones de precio hasta en 2% en periodos mensuales.
- Analizar los costos por proceso y actividad le permitió saber que el CIF por orden de trabajo de 500 kilogramos es de 27.55 soles horas máquina, siendo el valor actual del 30.87 soles. La tasa de utilidad operativa aumento en 6.7%.

1.1.2.10 Gestión y Control de Calidad.

Plásticos Perú Alfa S.R.L a pesar de contar con la certificación de calidad ISO 9001:2008 y la certificación de buenas prácticas de manufactura (BPM) cuenta con un alto porcentaje de productos no conformes, lo que indica la necesidad de mejorar el control y aseguramiento de la calidad dentro de la planta de envases trilaminados. Los objetivos de Plásticos Perú Alfa S.R.L en los siguiente próximos 4 años son:

- Incrementar 10% anual las ventas reduciendo y estandarizando tiempos de producción Incremento de la rentabilidad en un 30%.
- Reducir el 30% anual la tasa de devoluciones de pedidos.

- Incrementar en 15% anual la cartera de clientes.

Para realizar el diagnóstico, se utilizaron herramientas como

- Mapa de procesos
- Flujograma de auditoría interna
- Indicadores de productos no conformes
- Cuadro de Costo-Beneficio de productos no conformes
- Lista de Verificación de auditoría interna

Para lograr los objetivos definidos en su plan de aseguramiento y control de calidad, Plásticos Perú Alfa S.R.L debería implementar:

- Reducir el indicador de los productos no conformes en 11.3%, lo que le permitiría a la planta de envases de trilaminados un ahorro de 46 359 soles
- Incorporar y capacitar a un supervisor de calidad. Este nuevo colaborador se encargará de asegurar la calidad y capacitar al personal nuevo, lo que permitirá disminuir los tiempos de paradas por calibración dentro de la planta de envases trilaminados en 21%.

1.1.2.11 Gestión de Mantenimiento.

Plásticos Perú Alfa S.R.L gestiona el mantenimiento de la planta de envases trilaminados en un solo turno de doce horas durante el día. Se enfatiza en la necesidad de planificar y ejecutar el mantenimiento de manera efectiva para evitar paradas no planificadas que generen costos de oportunidad y pérdidas en la empresa. Las paradas de planta no planificadas suelen originarse en errores de identificación y ejecución de los planes de mantenimiento, donde se omiten actividades de reemplazo, reparación o modificación, lo que puede derivar en fallas o modos de falla. Plásticos Perú Alfa S.R.L tiene como objetivo pasar de la relación actual de mantenimiento preventivo sobre el correctivo de 58/38 a una relación de 70/30.

Para realizar el diagnóstico, se utilizaron herramientas como

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Flujograma del proceso de mantenimiento
- Lista de verificación de orden de trabajo de mantenimiento
- Tabla de criticidad de máquinas y equipos
- Hojas de verificación

Para lograr el objetivo en la gestión del mantenimiento, Plásticos Perú Alfa S.R.L debería implementar

- Implementar el departamento de mantenimiento, el cual dependerá directamente de la gerencia general. EL objetivo de esta área es lograr la certificación en ISO 55000 en los próximos 5 años.
- Gestionar la capacitación del personal del área de mantenimiento, la inversión en gestión de activos permitió brindar una mayor capacitación al personal involucrado en el mantenimiento, lo que contribuyó a mejorar sus habilidades y conocimientos en la gestión de activos y mantenimiento preventivo. Esta actividad reducirá los tiempos de las actividades en mantenimiento hasta en 6 horas.
- Adoptar las herramientas *Poka Yoke* dentro de la gestión de mantenimiento. Esto ayudará a reducir la probabilidad de fallas y mejorar la eficiencia operativa, lo que se verá reflejado en la reducción de costos de mantenimiento de 525 000 soles a 516 895 soles en el primer año, teniendo una tasa de reducción de 12% anual.

1.1.3 Conclusiones.

- La aplicación de metodologías de mejora en los procesos y sus respectivas herramientas en el diagnóstico de la empresa Plásticos Perú Alfa S.R.L permitieron recomendar y concluir lo siguiente:
- Se propone utilizar el 41% de la capacidad instalada que aún no se utiliza para generar 11.36 millones de soles en beneficio operativo, aumentando así la tasa de beneficio operativo en 1.61.
- Se propone la implementación de un ERP en el proceso de la atención de una orden compra para disminuir el tiempo de atención hasta en 46% del tiempo actual. El uso de este ERP no solo permitirá disminuir el tiempo de atención, sino permitirá tener un resguardo de la información, además de ver esta información en tiempo real
- Se propone la implementación de un sistema ERP integrado para la planificación de operaciones, incluyendo el módulo de mantenimiento, con una inversión de S/ 1,62 millones lo cual será recuperado en un tiempo de 4 años a una tasa de retorno del 26%
- Se propone la implementación de la metodología 5S en toda la planta de envases de trilaminados para un aumento de la cultura organizacional, de la capacitación al personal con un costo total de S/ 51,750 para el personal del proceso productivo del laminado, para reducir en un 50% los tiempos muertos no deseados y generar un beneficio neto de S/ 103,860 en el primer año

- Se propone la correcta asignación de costos por orden de trabajo, específicamente los costos indirectos de fabricación para aumentar el radio de beneficio operativo dentro de la línea de envases trilaminados a 6.7%.
- Se propone la aplicación de la metodología SMED al proceso de impresión, recomendando acciones estratégicas como la implementación de un carro porta anillos y el procedimiento *Poka Yoke*, con un beneficio neto de S/ 273,4 mil en el primer año.
- Se propone la reorganización del diseño de planta de acuerdo con el diagrama de diseño de planta propuesto, permitiendo reducir el tiempo de producción de 1.65 horas a 0.5 toneladas por lote, generando un beneficio neto anual de S/ 351.29 en el primer año y S/ 611.94 a partir del segundo año.
- Se propone la Implementación de un departamento de mantenimiento reportando directamente a la gerencia y fortaleciendo la gestión de activos a través de la norma ISO 55000 para asegurar una relación 70/30 de mantenimiento preventivo a correctivo, con un costo de mantenimiento preventivo estimado de S/ 525,000 y ahorros de S/ 366,895 en el primero. año y S/ 516,895 a partir del segundo año

1.2 Caso práctico de la Propuesta de Mejora Continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PDCA y Manufactura Esbelta.

Se revisó la tesis para obtener el grado de Magíster en la Escuela de Postgrado PUCP de Espinoza (2020) "Propuesta de mejora continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PDCA y manufactura esbelta", en la cual se puede notar que el uso de la metodología PDCA en procesos productivo incrementa las ratios operacionales. La revisión de esta tesis fue exhaustiva donde se la fa mayor relevancia a los procesos revisados, las herramientas de mejora continua utilizada y los logros alcanzados a partir de las mejoras implementadas.

1.2.1 Introducción

La empresa en estudio a la que llamaremos Inversiones Plast S.A. se especializa en la fabricación de productos plásticos a través de procesos de soplado e inyección, dirigidos principalmente a las industrias alimentaria, química y farmacéutica, cuenta con una planta productiva y dos

almacenes. Su estructura organizacional se basa en un enfoque funcional, con proveedores nacionales y una amplia base de clientes en diversos sectores.

Entre sus productos principales, Inversiones Plast S.A. produce

- La línea de tapas para botellas en diversos colores
- La línea de galoneras en color natural y transparente en medidas de 1 litro hasta 6 litros.
- La línea de frascos en medidas de 50 ml hasta 1 litro
- La línea de botellas en medidas desde 300 ml hasta 3 litros.
- La línea de productos personalizados, según las especificaciones técnicas del cliente.

En cuanto a los materiales utilizados en sus procesos de fabricación, Inversiones Plast S.A. emplea principalmente polietileno y polipropileno como materias primas. Estos materiales son comunes en la industria del plástico debido a su versatilidad, resistencia y capacidad de moldeado. Entre los principales clientes que tiene, tenemos a Farminindustria, Isopetrol y Ajinomoto de los rubros farmacéutico, industrial y alimentos respectivamente. Inversiones Plast S.A cuenta con acreditación ISO 9001:2015.

Inversiones Plast S.A. cuenta con una planta productiva de 7000 m², también cuenta con dos líneas de producción equipadas con maquinaria de origen italiano y japonés, (9 máquinas sopladoras y 8 máquinas inyectoras) lo que sugiere un enfoque en la calidad y la eficiencia de la producción y diversificación en las técnicas de fabricación para adaptarse a las necesidades de los diferentes productos que ofrecen.

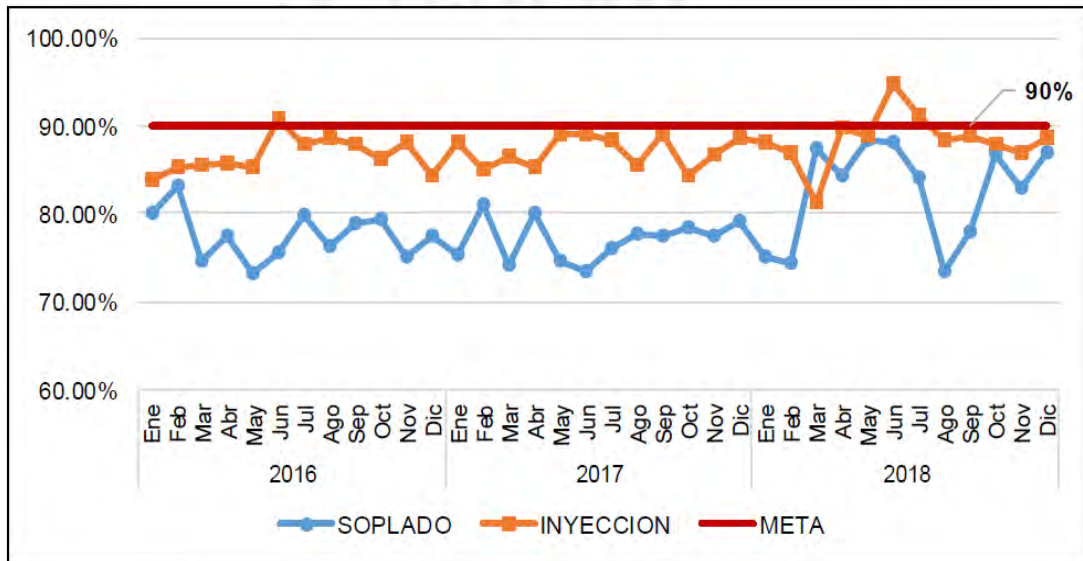
En el análisis del diagnóstico de desarrolló la fase del Plan, mientras que en el desarrollo de la metodología se desarrolló las fases del hacer, verificar y actuar; todas esas fases pertenecen a la metodología PDCA.

1.2.2 Análisis y diagnóstico de la situación actual

El análisis de Inversiones Plast S.A empezó con la revisión de los indicadores de que hacen referencia a las mediciones de eficiencia respecto a los recursos humanos y los indicadores de calidad vinculados a las mermas y desperdicios. Se analizó el porcentaje de utilización de las 2 líneas productivas (Inyección y Soplado), ver figura 1, y se notó que la línea de soplados está por debajo de la meta en 11%. Este porcentaje de utilización de la línea de soplados de debe a paradas de máquinas por productos defectuosos, mantenimientos no programados, problemas en la materia prima, problemas en los moldes de soplado, etc.

Figura 1

Porcentaje de utilización 2016-2018



Fuente. Tesis de Posgrado de Anthony Espinoza Arias

Dentro de Inversiones Plast S.A. también se analizó el indicador de no conformidad de 3 años consecutivos, notando que los productos no conformes de la línea de soplado representan el 6.92% de la producción total. Por último, se analizó el indicador de defectuosidad en el material remolido y se notó que la línea de soplados produce el 19.26% de la materia prima usada en esta línea. Aplicando la clasificación multicriterio ABC a los 4 productos de mayor demanda, se comprobó que 3 de ellos pertenecen a la línea de soplados, (los códigos de estos productos F100169, F100137 y F100026), por lo que se revisó esta línea productiva.

1.2.2.1 Fase Planear (PLAN)

Se aplicaron todos los pasos en esta fase, así como las respectivas herramientas en cada una de ellas. Los pasos en esta fase aplicados son:

- Identificar la oportunidad de mejora, la cual es la alta cantidad de productos defectuosos provenientes de exceso de remolido, baja eficiencia de máquinas, etc. dentro de la línea productiva de soplado de Inversiones Plast S.A. El objetivo es reducir el indicador de productos no conformes a la meta trazada que es el 5%. Las herramientas usadas fueron indicadores de productividad y eficiencia, gráficos y cartas de control, graficas circulares, flujogramas de operaciones y la clasificación del multicriterio ABC.

- Comprender el problema y documentar el proceso, se aplicó la herramienta SIPOC en la línea de producción de soplado de Inversiones Plast S.A. Se logró a entender a detalle el proceso y las métricas que se desean alcanzar.
- Determinar las causas potenciales y críticas del problema para crear una visión del proceso mejorado, se aplicó el diagrama de Pareto para identificar los problemas asociados a los productos defectuosos. Luego se aplicó la técnica de los 5 ¿por qué? Y el diagrama del pescado para identificar las causas y sus posibles raíces. Se pudo notar que si se corrige el producto contaminado se eliminará el 67% de los productos no conformes dentro de la línea de soplado de Inversiones Plast S.A.
- Determinar acciones correctivas con objetivos alcanzables dentro de un plazo definido, se aplicó la herramienta 5W-1H para determinar el grupo de mejoras multidisciplinario y las acciones a tomar.

1.2.3 Desarrollo de la metodología

Se desarrolló las siguientes 3 fases de la metodología en la línea de producción de soplado, se continuará con las fases posteriores que permiten exponer las acciones que impacten en las causas identificadas, verificar que la propuesta cumpla la función de mejora del proceso, y finalmente proponer medidas para asegurar la sostenibilidad de lo puesto en marcha previamente.

1.2.3.1 Fase Hacer (DO)

En esta fase se realizarán algunas contramedidas para eliminar los problemas directos presentados o hallados en la fase de planear.

- Incorporación de la operación de cernido
Se adoptó esta contramedida para eliminar el polvillo ocasionado después de la operación del remolido en la línea de soplado de Inversiones Plast S.A., con el objetivo de que continúen solo en el proceso solo las partículas de mayor tamaño para evitar la proliferación de los puntos negros.
Aplicando la herramienta de Limpieza de la metodología 5S de forma independiente en los puestos de trabajo de las actividades de los operarios del molino para mantener estos de trabajo en condiciones estándares.
Se aplicó el criterio de polivalencia a los operarios de la línea de producción de soplado para que todos los operarios de la línea productiva puedan realizar la actividad de la eliminación del polvillo de forma correcta y rápida. El indicador de polivalencia en ese

entonces fue de 0.46 que era mayor al trazado como meta de 0.40. A pesar de esto, se hicieron capacitaciones a los operarios con menor experiencia, para mantener la curva de aprendizaje por encima de la meta.

- Implementación del modelo 5S

El desorden en los puestos de trabajo entre las bolsas de productos terminados, sobrantes de materia prima, desorden de herramientas, etc. Compromete la calidad del proceso y de los productos dentro de la línea de soplado de Inversiones Plast S.A. Ante esto, se implementó la metodología 5S que está relacionada con la metodología PDCA. Se implementarán las 5 fases las cuales son: Seleccionar o Clasificar (*Seiri*), Ordenar (*Seiton*), Limpiar (*Seiso*), Limpieza (*Seiketsu*) y Disciplina (*Shitsuke*).

- a) Clasificar SEIRI

Aplicando el concepto de “sólo lo necesario, sólo la cantidad necesaria y sólo cuando se necesita”; se asignó un líder el cual es el analista de producción de la línea de producción de soplado de Inversiones Plast S.A. Se procedió a la confección y uso de las tarjetas de control, las que se llamaron tarjetas naranjas para asignarlas a los elementos innecesarios en la zona de trabajo. El uso de estas tarjetas permitió asignar un lugar temporal para colocar los objetos innecesarios, brindar la información de los objetos innecesarios para luego realizar seguimiento por el líder del equipo. También se configuró la lista de verificación los objetos necesarios, indicando la cantidad necesaria, tiempo de permanencia y frecuencia de uso.

- b) Ordenar SEITON

Aplicando el concepto de “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”. El objetivo es determinar dónde y de qué manera deben ser almacenados los elementos de producción de la línea de soplado de Inversiones Plast S.A. Se definió la ubicación según su frecuencia y facilidad para acceder a ellos, almacenado por características similares y evitando lugares cerrados. Para lograr esto usaron flujogramas de procesos aplicando el criterio de ordenación exhibido, cartas de identificación y matrices de ponderación.

Otra forma de ordenamiento corresponde al principio de las 3R (*right thing, right place and right quantity*) que señalan, correspondientemente, el objeto

correcto que se va a emplear en la tarea, el sitio correcto, así como el método, manera y lugar; y la cantidad correcta necesaria para el artículo en cuestión.

c) Limpiar SEISO

Aplicando en el concepto de “es mejor no ensuciar que limpiar”. Se buscó eliminar las fuentes de suciedad realizando inspecciones de calidad. Mediante la identificación de los focos de contaminación se procede a generar un plan de acción para eliminarlos o reducirlos, que luego debe desencadenar en un programa de limpieza.

Para lograr el éxito en esta etapa, Inversiones Plast S.A usó flujogramas de procesos y flujogramas de contramedidas, programas de limpieza apoyados en matrices SIPOC y una lista de verificación para la ordenar la documentación en esta fase.

d) Estandarización SEIKETSU

Aplicando el concepto de “Di lo que haces, haz lo que dices y demuéstalo”. Se busco lograr que los procedimientos de las primeras 3 S sean mantenidas en el área de trabajo.

Para lograr el éxito, se pintó las máquinas y componentes en función a las reglas de *American Standard Association*, se planificaron reuniones diarias de 5 minutos usando la lista de verificación ante un problema presentado se usó una tarjeta de identificación la cual tiene entre sus campos principales medio ambiente, material, mano de obra, método y maquinaria

e) Disciplina SHITSUKE

Aplicando el concepto de “convertir las 4S en un hábito”, se buscó lograr que las actividades de las 4S en conjunto se vuelvan parte habitual del desarrollo de las actividades cotidianas de los trabajadores en la línea de soplado de Inversiones Plast S.A. La metodología 5S es un estilo de vida, una cultura de hábitos y actitudes hacia el orden y limpieza en nuestra vida cotidiana. En Inversiones Plast S.A se tienen horarios específicos para el desarrollo de actividades del programa 5S, este se desarrolla en forma permanente, en todo momento.

Para lograr el éxito en esta etapa, Inversiones Plast S.A. organizó auditorias y sistema de evaluación constante apoyados de una matriz de contramedidas en periodos iniciales de 15 días, logrando promover la filosofía de mejora continua

de la empresa a través de la capacitación continua apoyados en premios de reconocimiento e incentivos.

- **Diseño de experimentos DOE**

En la fase de Planear en la línea de soplado en Inversiones Plast S.A. se identificó que los factores relacionados a los productos defectuosos (deformes y contaminados) fueron la presión, diseño del molde, destreza del operario y cantidad de remolido, no se consideró el diseño del molde por temas de costo y tampoco la destreza del operario porque ya se revisó con la polivalencia de los operarios y la aplicación de la 5S.

El rango de la presión fue de 4 bar a 8 bar, la temperatura de 180 °C a 220 °C y la cantidad en porcentajes del total de la materia prima ingresada a la tolva varía en 40% y 60%. Se usó el software Minitab para analizar la importancia de cada factor concluyendo que, para maximizar el resultado de los puntajes dados a los productos obtenidos, es decir, aquellos que presentan menos defectos, se debe usar un bajo porcentaje de remolido en la mezcla, alta temperatura y baja presión. Desde este punto, se sugiere utilizar como máximo el 40% de remolido en la mezcla vertida a las tolvas de alimentación, una temperatura de 210 °C y una temperatura de 7.5 Bar de presión. Cabe recalcar que esta configuración obtenida mediante el diseño de experimentos es referencial y dependerá de la situación de la empresa luego de implementadas las mejoras mencionadas anteriormente; sin embargo, da cuenta de la combinación de factores que minimizan los productos defectuosos.

- **Mantenimiento preventivo o Manteamiento planificado**

Inversiones Plast S.A. implementó un mantenimiento preventivo liderado por el asistente de producción y los operarios de la línea de soplado. El mantenimiento preventivo mantiene en funcionamiento los equipos mediante los datos de trabajo de los fabricantes y las estadísticas sobre las fallas más comunes.

Para el éxito del manteamiento preventivo Inversiones Plast S.A. implementó esta metodología en 3 fases, la primera fase fue capacitar a los operarios para cambiar repuestos que se cambian con frecuencia (semanal y quincenal). La segunda fase era realizada por un proveedor y los mecánicos de la línea de soplado, estos cambios eran piezas de mayor tecnología (placas integradas, termostatos digitales, etc.) de mayor costo, las cuales se cambian cada cierto tiempo de producción. La tercera y última fase eran mantenimientos de planta que se daban cada 6 meses o al año.

Para el correcto mantenimiento preventivo se usó diagramas de flujogramas de operaciones, lista de verificación, hojas de contramedidas y diagramas de control.

1.2.3.2 Fase Verificar (CHECK)

En esta fase se procede a la verificación de los efectos de la aplicación de la mejora. Para esto, se tomará una muestra de 20 lotes de producción de tamaño 250 unidades para cada producto de la clasificación mediante el uso de hojas de control, se llenarán registros identificando productos defectuosos (contaminados o deformados). Para verificar los resultados de las contramedidas en los productos seleccionados se usó el Minitab para hacer pruebas de control, prueba de normalidad y pruebas de no conformidad.

Los resultados obtenidos en los productos seleccionados, con códigos de estos productos F100169, F100137 y F100026 fueron

- Todas las pruebas de normalidad en los productos seleccionados obtuvieron un $p=0.05 > 0.05$, por lo que concluimos que los datos son normales.
- El indicador de No conformidad de productos defectuosos obtenido es cercano es 2%, teniendo un límite de control superior a 4%. Además, al disminuir el nivel de No conformidad de productos defectuosos, esto de vería impactado en el indicador de defectuosidad del remolido de forma directa.
- Se calculó como porcentaje del material remolido el 5.72% del total del peso de la materia prima usada. Este valor está por debajo de los 6% de la meta trazada por la gerencia.

1.2.3.3 Fase Actuar (ACT)

Esta última fase del ciclo PDCA de mejora continua en Inversiones Plast S.A. permite generar retroalimentación sobre la planeación, realización y verificación desarrollados en los pasos anteriores a fin de generar aprendizaje sobre todas las acciones previamente analizadas. En esta fase se ajustará el plan de mejora si las contramedidas no se mantienen en el tiempo.

En esta fase, Inversiones Plast S.A. recomienda implementar las contramedidas sugeridas para verificar si realmente se logran las metas de la fase Planificar y si estas serán sostenibles en el tiempo.

1.2.4 Evaluación económica

La disminución de los productos no conformes se ve reflejado en la disminución de los productos no contaminados dentro de la línea de soplado de Inversiones Plast S.A. Con la implementación de las medidas correctivas se logró reducir en 2600 Kg. el uso de la materia prima, lo que con lleva un ahorro de 2500 dólares mensuales. Los costos de la implementación son aproximadamente de 4500 dólares (maquina cernidora, cursos de aplicación 5S, despliegue de las 5S)

Se plantearon dos escenarios uno con una meta optimista del 5% y otro escenario con una meta pesimista del 1% para un periodo de 1 año. En ambos escenarios se logró un VAN (Valor Actual Neto) en dólares positivo de 10817.09 dólares y 1314.13 dólares respectivamente, así como también un TIR (Tasa Interna de Retorno) de 51% y 12% en los escenarios optimista y pesimista respectivamente.

1.2.5 Conclusiones

Dentro de las conclusiones podemos mencionar

- La aplicación de la metodología PDCA en la línea de soplado de Inversiones Plast S.A. logro reducir el indicador de no conformes dentro de la línea de soplados en un escenario regular en un 3% con una tasa de retorno del 26% y un valor actual neto de 3900 dólares.
- La implementación de las 5 S en la línea de soplado de Inversiones Plast S.A. logro aumentar la polivalencia de operarios del 0.4 al 0.55. lo que aumento la eficiencia productiva de la línea de soplado en 23%.
- Se logro formar equipos multidisciplinarios para garantizar la continuidad de la mejora continua, liderados por la alta gerencia de Inversiones Plast S.A. Se plantea hacer concursos de círculos de calidad con premios graduales a las mejores obtenidas.
- La reducción de los productos no conformes, logro disminuir el tiempo de entrega de los productos a los clientes en 18% del tiempo estimado actual, esto le permitió a Inversiones Plast S.A ingresar a pertenecer entre las 10 mejores empresas en el rubro de plástico.

1.3 Caso práctico de la Propuesta de implementación de los 14 principios del Dr. Deming en una empresa de envases y envolturas plásticas

Se revisó la tesis para obtener el grado de Magíster en la Escuela de Postgrado PUCP de Villaverde (2012) "Propuesta de implementación de los 14 principios del Dr. Deming en una

empresa de envases y envolturas plásticas”, en la cual se puede notar que el uso de herramientas de mejora continua y los 14 principios de Deming, pionero en la filosofía de mejora continua, en procesos productivo incrementa las ratios operacionales.

1.3.1 Introducción

La empresa en estudio a la que llamaremos La Empresa S.A se dedica a la fabricación de envases de plásticos, papel y/o cartón. Cuenta con una planta industrial para sus operaciones productivas y logísticas de 4000 metros² en una zona industrial en la región de Lima. Las maquinarias productivas que poseen son impresoras flexográficas, extrusoras de soplado, laminadoras y cortadoras todos de origen brasileño con un valor de 10 millones de dólares y cuenta con aproximadamente 70 operarios. Las líneas de productos de La Empresa S.A.

- Plástico: bolsas en polietileno, polipropileno, mangas, bobinas, etiquetas y láminas con impresión flexográfico y sin impresión.
- Papel: bolsas de papel, bobinas, contómetros, pirotones para panteón en diversas formas y medidas.
- Cartón: cajas de tortas, turrón, pastel, pizza, panteón, etc.

Entre sus principales clientes se encuentran

- Empresas comercializadoras, requieren productos con especificaciones propias en tamaño y color.
- Empresas industriales, requieren envases de empaque para sus productos.
- Empresas agroindustriales, requieren productos como film y envases de plástico y cartón.
- Tiendas por departamentos, requieren bolsas de asa y cajas de cartón.
- Industrias alimentarias, requieren envases de plástico, papel y cajas de cartón.
- Entidades del Estado, entre otras, que requieren productos muy particulares para fechas festivas.

La Empresa S.A. se enfrenta a desafíos relacionados con la calidad en la elaboración de sus productos que impactan en su rentabilidad. Para abordar esta problemática, se plantea la implementación de los principios del Dr. Deming, reconocido experto en gestión de la calidad, con el objetivo de mejorar la calidad de los productos y reducir los costos asociados a reprocesos y fallas de calidad. Aplicar esta metodología busca no solo elevar los estándares de calidad, sino también optimizar los procesos internos para lograr una mayor eficiencia operativa.

Como estrategia para llevar a cabo esta mejora en la calidad, se propone la creación de un plan piloto que se enfocará en uno de los procesos críticos de la producción de productos plásticos. Este enfoque piloto permitirá probar la efectividad de la implementación de los principios de Deming en un contexto específico, lo que facilitará la identificación de posibles ajustes y mejoras antes de una implementación a mayor escala. De esta manera, se busca minimizar los riesgos asociados con la adopción de nuevos enfoques y garantizar una transición más suave hacia una cultura de calidad más sólida en la industria.

1.3.2 Análisis y diagnóstico de la situación actual

1.3.2.1 Diagnóstico de la empresa actual

El análisis de La Empresa se realizó desde varios focos como la estratégica, productiva, logística y de calidad. Entre los grandes problemas encontrados se menciona:

- La empresa S.A. no cuenta con un planeamiento estratégico definido, tampoco con una matriz de metas y objetivos, trabajando el día a día los operarios sin un rumbo operativo y planificado. No cuenta con alguna matriz FODA, diseño organizacional, políticas ni indicadores operativos ni de gestión.
- La empresa S.A. cuenta con 3 máquinas flexográficas para realizar la impresión en los envases plásticos que tienen más de 10 años de antigüedad, dos de las cuales tienen un tiempo de entrega de pedido de 15 días, mientras que la tercera tiene un tiempo de entrega de pedido de 35 días. Existen factores que alteran el programa de producción, como lo son atención de urgencias en algunas campañas anuales, paradas repentinas por fallas de máquinas o decisiones por parte de la gerencia sin razón alguna.
- La empresa S.A implementó la metodología 5S, el mismo que no tuvo resultados por la falta de capacitación al personal. Se notó a la tercera semana que los puestos de trabajo seguían desordenados y sucios.
- La empresa S.A. no cuenta con sistema de gestión de calidad. Los problemas comunes presentados en esta área la variabilidad de la materia prima debido a los diferentes proveedores que posee, clichés para impresión ya están muy desgastados y rotos, falta de suministros (cintas rojas) y componentes químicos como alcoholes y acetatos.
- La empresa S.A no cuenta con un sistema de mantenimiento, no cuenta con un almacén de repuestos ni políticas de mantenimiento preventivo. Todo problema de mantenimiento correctivo es solucionado en un tiempo promedio de 2 días si la falla es de grado menor, si la falla es de grado mediano demora en promedio 12 días y si la falla es alto grado puede pasar la maquina hasta 30 días.

- La empresa S.A. para la manipulación de la materia prima, productos en proceso y productos terminados solo cuenta con un montacarga, un camión y dos transpaletas. La falta de medios de transporte genera desorden y maltrato en los productos cuando manipulan los productos.

Ante todos estos problemas que tiene La Empresa S.A se aplicó el cuestionario de Fisher, Elrod y Mehta, ver figura 2, la cual consiste en 50 preguntas agrupadas en los 14 principios de Deming, aplicando la calificación de Likert de 1 a 5. Los resultados obtenidos indican que, en las 4 dimensiones, La empresa S.A. está por debajo del porcentaje esperado, por lo que es imperiosa la necesidad de implementar el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) para revertir los resultados obtenidos teniendo como meta alcanzar un porcentaje en la dimensión de reconocimiento de la existencia del sistema de 48%, en la dimensión de variación de 42%, en la dimensión del conocimiento del 52% y en la dimensión de la Psicología del ser humano del 58%.

Figura 2

Resultados de Cuestionario de Fisher aplicado a la Empresa S.A.

DIMENSION	PUNTAJE OBTENIDO	PUNTAJE MAXIMO	PORCENTAJE DE AVANCE
Reconocimiento de la existencia del sistema	11 puntos	50 puntos	22%
Teoría de la variación	27 puntos	75 puntos	36%
Teoría del conocimiento	07 puntos	35 puntos	20%
Psicología del ser humano	36 puntos	90 puntos	40%

Fuente. Tesis de Posgrado de Jesús Villaverde Martínez

1.3.2.2 Modelo por Implementar en función a las 4 dimensiones de los 14 principios de Deming

Para tener éxito en la implementación de la metodología de acción basada en el Sistema de Gestión de Calidad de Deming se realizaron los siguientes pasos:

- Se identificó las conductas existentes en la Empresa S.A., las cuales se tuvieron que cambiar para asegurar el éxito de la implementación. A través de flujogramas de operaciones, diagramas SIPOC, hojas de registro operacionales y matrices de prioridad

se logró entender la situación actual la que carecía de lineamientos de gestión. En esta primera etapa, se logró definir al líder del proyecto, el cual fue el Gerente General de la empresa acompañado por un asesor que fue el asistente de producción. En esta primera etapa se logró aumentar la capacidad de liderazgo, motivación hacia los empleados y la comunicación a todo nivel. Se realizó un cambio en la estructura organizacional de La Empresa S.A., se trazaron los procesos estratégicos de la empresa y se colocaron antes que los procesos productivos y logísticos. La implementación de estos nuevos procesos estratégicos logró desarrollar las funciones de investigación de mercados y desarrollo de nuevos productos y servicios. El proceso logístico pasó de ser operacional a estratégico, esto debido a los objetivos trazados por la gerencia general.

- Respecto a la dimensión del reconocimiento de la existencia del sistema, La Empresa S.A. busca planificar y difundir la visión empresarial, analizar y mejorar los procesos para aumentar la productividad, mantener los procesos bajo control estadístico y gestionar una cadena global de abastecimiento. El análisis de esta dimensión se hizo con herramientas como flujogramas de procesos, cartas de control, tormenta de ideas, diagramas y matrices de procesos (SIPOC), Diagramas de recorrido, FODA, AMFE, etc.
- Respecto a la dimensión de la teoría de la variación, La Empresa S.A., a través de herramientas como graficas de frecuencia de fallas de máquina, graficas de control de capacidad de procesos (CP y CPK), diagramas de causa y efecto, diagramas de dispersión, diagramas relacionales, técnicas de fiabilidad y diseño de experimentos busca modificar la política de compra en función de la calidad y el precio, reemplazar las cuotas numéricas y estándares de trabajo por métodos estadísticos e implementar un sistema de fiabilidad de máquinas y equipos.
- Respecto a la dimensión de la teoría del conocimiento, La Empresa S.A., a través de herramientas como flujogramas de procesos, tormenta de ideas, matrices de afinidad, FODA y hojas de lista de verificación, ruta y de comunicación busca una capacitación y entrenamiento constante del personal en 3 etapas de tiempo, dándole mayor énfasis a los operarios de producción, implementar círculos de calidad en las áreas de administrativas, comerciales y de logística.
- Respecto a la dimensión de la Psicología del ser humano, La Empresa S.A., a través de herramientas como graficas de control, indicadores de gestión, SIPOC, matrices de comunicación, listas de verificación, etc., busca generar un espíritu de trabajo en equipo, programa de incentivos e indicadores de productividad y de gestión.

1.3.2.3 Propuesta de Plan de Gestión Empresarial

La propuesta que intentó implementar La empresa S.A., fue:

- Redactar los objetivos y planes estratégicos en 4 fases con equipos multidisciplinarios apoyados de un profesional con experiencia y teniendo en cuenta la información brindada por los clientes y proveedores (socios del negocio).
- Implementar las estrategias de calidad en las áreas de Marketing y gestionar una estrategia global de abastecimiento mediante el benchmarking del rubro.
- Implementar el sistema de Gestión de Calidad apoyados en herramientas estadísticas y ratios que controlen o midan la productividad y eficiencia.
- Capacitar a los empleados de la empresa con herramientas básicas de calidad y estadísticas para desarrollar habilidades de mejora continua en los procesos.
- Difundir los resultados periódicos de las ratios de calidad y productividad para tomar acciones para mitigar futuros problemas.
- Implementar un procedimiento de renovación tecnológica de equipos y maquinarias.

1.3.3 Conclusiones

- La empresa S.A. implementó la metodología 5S sin tener el éxito esperado por falta de capacitación del personal. La inversión económica fue de 5600 soles y no se recuperó después de la implementación. Se recomendó formar círculos de calidad para la nueva implementación de la metodología 5S, se estima que el costo será de 45 000 soles y se recuperará en 15 meses con un TIR de 27%.
- La empresa S.A dentro de las 4 dimensiones que se encuentran dentro de los 14 principios de Deming, busca para el éxito de la implementación del sistema de calidad, en la dimensión “Reconocimiento de la existencia del sistema” definir los objetivos y metas estratégicas y elaborar un plan de acción, difundir la visión, misión, los valores y hábitos de la cultura organizacional; implementar el Sistema de Gestión de la Calidad y elaborar, difundir dentro de la organización. En la dimensión “Teoría de la Variación” comprender el sistema y realizar un control estricto del proceso y analizar las causas de variación común y especial del sistema, con la finalidad de actuar sobre las mismas y eliminarlas. En la dimensión “Teoría del Conocimiento” capacitar a todos los empleados en los Catorce Principios del Dr. Deming, instruir en el uso de métodos estadísticos y en

la metodología PDCA para el mejoramiento continuo de los procesos y en la dimensión “Psicología del Ser Humano” elaborar el Manual de Organización y Funciones que incorporen definiciones operacionales claras; fomentar el espíritu de equipo, unidad y cooperación, fomentar un lugar de trabajo medido con cartas de control y desarrollar un plan anual.

- La Empresa S.A. con la implementación del Sistema de Calidad ahorra 110 000 soles por cada 120 toneladas de material procesado, lo que procesa en un tiempo promedio de 6 meses. La implementación del Sistema de Calidad disminuye el radio de operatividad de 1.47 a 0.89, haciendo a la empresa más ágil ante eventuales problemas productivos.
- La empresa S.A con la implementación del Sistema de Calidad, asegura la reducción de tiempos de parada de máquinas de 23 días en promedio entre fallas moderadas, leves y grandes a 14 días. La reducción de este tiempo permitió mejorar los tiempos de entrega de los productos finales a los clientes locales en 32% y a los clientes regionales en 17%.
- La Empresa S.A., con la implementación del Sistema de Calidad, asegura procesos medibles y controlables estadísticamente, los cuales brindan información oportuna para decisiones futuras. Tener este tipo de controles permiten mejorar los indicadores de gestión de todos los procesos en 11%.

La revisión de estos 3 documentos permite concluir que el uso de herramientas de *Lean Manufacturing* y de la metodología PDCA sirven para mejorar las ratios operacionales de procesos productivos de plásticos.

CAPÍTULO 2. ESTUDIO DE CASO

En este capítulo, desarrollaremos a detalle la primera fase de la metodología PDCA (Fase PLAN), la cual consiste en comprender el rubro del caso de estudio, entender a detalle todos los procesos involucrados (estratégicos, operacionales y de soporte) del caso de estudio, encontrar

los problemas y documentarlos, determinar las causas potenciales y desarrollar el plan con las acciones correctivas

2.1 Análisis de la Industria

Según el texto publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI, en noviembre del 2022 se puede apreciar que desde el año 2015 al año 2022 el sector del plástico sufrió las siguientes variaciones:

- El número de empresas creció de 1844 a 2795 teniendo un incremento de 51.57%, siendo la mayor de cantidad de ellas micro y pequeñas empresas. De estas empresas, más del 90% de ellas vende menos de 3 millones de soles anuales y menos del 2% de ellas vende más de 50 millones de soles.
- El 81.3% de las empresas del rubro de plástico se encuentran en la ciudad de Lima y que en los tiempos de pandemia solo el 63% operó de forma normal, el 33.7% operó de forma parcial y el 3.3% no operó.
- El 73.3% de las empresas del rubro de plástico no cuenta con actividad de comercio exterior, es decir que no importa materia prima y que sus productos elaborados los comercializa en el mercado peruano. Se sabe también que las importaciones en FOB son de 2,671 millones de dólares y las exportaciones en FOB son de 699 millones de dólares.
- De la capacidad instalada productiva en las empresas del rubro de plástico, más del 57.8% de ellas cuenta con máquinas de baja capacidad productiva (maquinas elaboradas en el Perú), que el 28.9% de ellas cuenta con máquinas de mediana capacidad productividad (maquinas elaboradas en Asia) y el resto de las empresas cuenta con máquinas de alta capacidad productiva (Brasil, EEUU e Europa).
- La materia prima plástica más importada en el año 2022 fue los polímeros de polipropileno con 295 FOB millones de dólares y el polietileno con 239 FOB millones de dólares.
- El personal ocupado por el rubro del plástico es de hasta 10 trabajadores en el 88% de ellas y solo el 1.4% de las empresas ocupan más de 200 trabajadores, además que el sueldo promedio en el rubro del plástico en el año 2022 es de 3,817 soles habiendo disminuido en 150 soles respecto al año 2021.
- Respecto la rentabilidad del rubro del plástico, la rentabilidad sobre la inversión, ROI, es del 3.1% y la rentabilidad sobre el capital, ROE, es del 5% en el año 2022.

Según la información expuesta, se puede concluir que el rubro del plástico en el Perú está en etapa de crecimiento, que gran cantidad de empresas del rubro son pequeñas y micro empresas

y que estas no cuentan con algún tipo de comercio exterior. Los productos de este rubro son de consumo masivo (bolsas, botellas, tapas, etc.) lo que nos permite concluir que la rentabilidad de una empresa se genera por el volumen de ventas y para generar un gran volumen de productos se requiere tecnología de alta productividad.

2.2 Descripción de la empresa

La empresa en estudio a la que llamaremos Plast ABC SAC inicio sus operaciones en octubre del 2006 en la zona industrial del distrito de Comas. Plast ABC SAC fabrica y comercializa productos de plástico, usando como materia prima principal el polietileno en baja, media y alta densidad. Plast ABC SAC cuenta con una planta productiva de 3000 m² en la zona industrial del distrito de Comas y un almacén general de 2000 m² en la zona industrial del distrito de Puente Piedra.

Plast ABC SAC tiene presencia en el mercado nacional, en sus 25 regiones, habiendo tenido una participación de mercado en el 2023 del 13.4% en el país. En la tabla 1 se puede apreciar que en 10 de las 25 regiones la empresa Plast ABC SAC comercializó el 75.3% de sus ventas anuales en el 2023, siendo las regiones de Lima Centro, Puno, Cusco, Arequipa, Lambayeque, La Libertad, Junín, Huánuco, Amazonas, Ucayali las de mayor participación. También se puede apreciar en la Tabla 1, que el 46.8% de las ventas en el 2023 fueron dentro de la región Lima Centro.

Tabla 1

Participación de mercado de la empresa Plast ABC SAC por regiones en el 2023

Macro Región	% de venta	Región	% de la venta/región
		Lima Centro	46.8%
Lima-Callao	58.7%	Lima	
		Provincias	7.8%
		Callao	4.1%
		Puno	4.3%
		Cusco	3.3%
		Arequipa	3.1%
Sur	15.7%	Ica	2.2%
		Tacna	1.7%
		Apurímac	0.7%
		Madre de Dios	0.3%

Macro Región	% de venta	Región	% de la venta/región
Norte	13.0%	Moquegua	0.1%
		Lambayeque	3.9%
		La Libertad	3.7%
		Ancash	2.1%
		Cajamarca	1.4%
		Piura	1.2%
		Tumbes	0.7%
Centro	7.7%	Junín	4.2%
		Huánuco	1.9%
		Ayacucho	1.2%
		Huancavelica	0.2%
		Pasco	0.2%
Oriente	4.9%	Amazonas	2.7%
		Ucayali	1.4%
		Loreto	0.7%
		San Martín	0.1%

Elaboración Propia.

Fuente: Empresa Plast ABC SAC

En la Tabla 2 se puede apreciar que dentro de la región Lima centro, el distrito donde Plast ABC SAC comercializo más sus productos fue en el distrito de La Victoria con un 32%, esto se debe a que en este distrito se encuentran 2 grandes mercados donde se comercializa productos hechos de cartón, papel y todo tipo de plástico. También se aprecia como segundo distrito de mayor demanda al distrito de Cercado de Lima, esto se debe que en este distrito se encuentra la zona comercial de mayor demanda de productos importados y nacionales.

Tabla 2

Participación de mercado de la empresa Plast ABC SAC en la región Lima Centro en el 2023

Macro Región Lima	
Distrito	% de la venta total anual
La Victoria	32%

Macro Región Lima	
Distrito	% de la venta total anual
Cercado de Lima	11%
San Juan	9%
Villa El Salvador	8%
La Comas	7%
Los Olivos	6%
San Martín de Porres	5%
Ate Vitarte	4%
Carabaylo	4%
Puente Piedra	3%
Los demás distritos	11%

Fuente: Empresa Plast ABC SAC

Elaboración Propia.

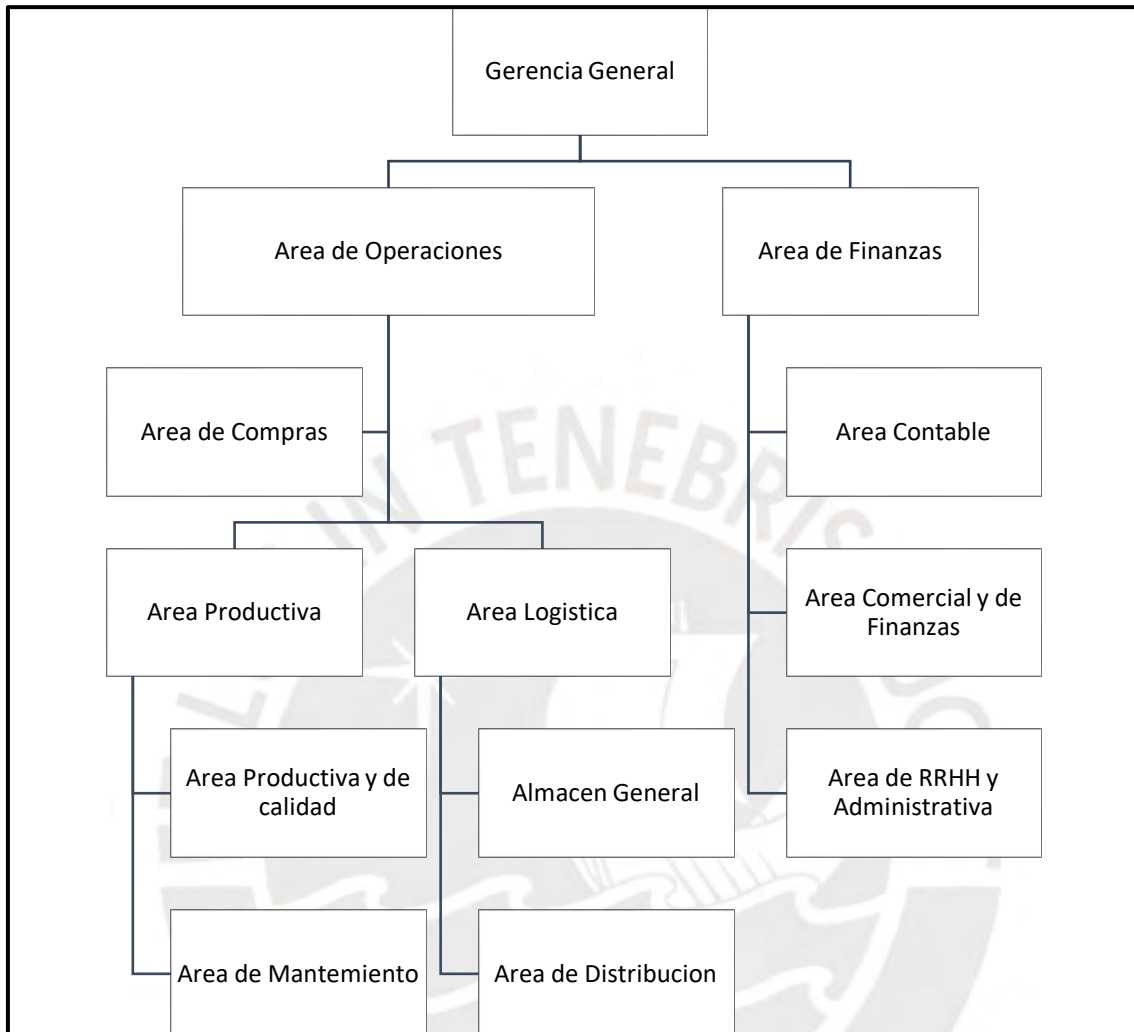
2.2.1 Mapa organizacional

La estructura organizacional de la empresa Plast ABC SAC es funcional y tiene dos grandes áreas, las cuales son el área de Operaciones y el área de Finanzas. Dentro del área de Operaciones se encuentra el área Productiva (área Productiva-Calidad y el área de Mantenimiento) y el área Logística (Almacén General y área de distribución) teniendo como apoyo al área de compras que es supervisado por la gerencia general. Dentro del área de Finanzas, se cuenta con 3 áreas, las cuales son el área Contable el área de Finanzas-Comercial y el área de RRHH-Administrativa.

En la figura 3, se puede observar la estructura organizacional que es funcional de la empresa Plast ABC SAC. En la actualidad la empresa Plast ABC SAC cuenta con 47 colaboradores, 41 en el área de Operaciones y 6 en el área de Finanzas.

Figura 3

Distribución Organizacional-Funcional de la Empresa ABC SAC

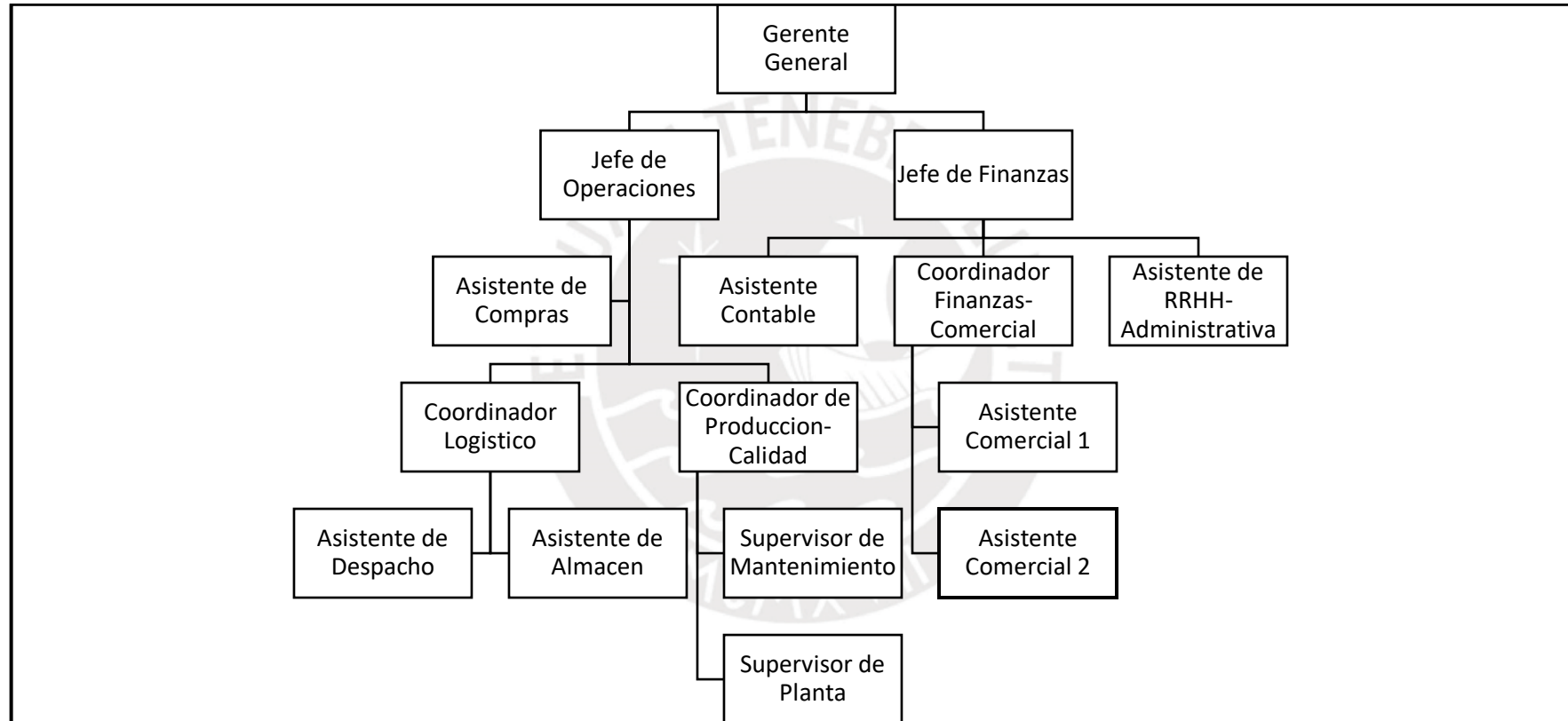


Fuente. Empresa Plast ABC SAC

En la figura 4, se aprecia la jerarquización de las áreas funcionales de la empresa Plast ABC SAC. Notamos que solo existe 1 gerente (Gerente General), 2 jefes (Jefe de Operaciones y Jefe de Finanzas), 3 coordinadores (Coordinador de Finanzas-Comercial, Coordinador Producción-Calidad y Coordinador Logístico), 2 supervisores, (Supervisor de Mantenimiento y Supervisor de Planta) 7 asistentes (Asistente de Compras, Asistente Contable, 2 Asistentes Comerciales, Asistente de RRHH-Administrativo, Asistente de Despacho y Asistente de Almacén) y 31 operarios (1 chofer, 2 operarios de distribución y 28 operarios productivos)

Figura 4

Organigrama de Jerarquización de la empresa Plast ABC SAC.



Fuente: Empresa Plast ABC SAC.

La visión de Plast ABC SAC es “Ser la empresa líder en el mercado nacional en el área comercial y seguridad industrial, con productos que cumplan los estándares de calidad, manteniendo la alta productividad a un precio competitivo.

La misión de Plast ABC SAC es “Producir y comercializar productos de óptima calidad y servicios de excelencia que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente, buscando siempre un crecimiento rentable y el desarrollo de nuestros colaboradores. Mantener una política de mejoramiento continuo que nos permita alcanzar el liderazgo en el mercado”

Los valores que tiene Plast ABC SAC son:

- Trabajo en equipo, fomentar equipos homogéneos y multidisciplinarios.
- Colaboración, trabajar en conjunto con los proveedores y clientes.
- Servicio, cumplir con brindar productos y servicios según los estándares ofrecidos en los tiempos establecidos.
- Mejora continua e Innovación, generar constantemente una cultura de mejora continua en todos los procesos.
- Transparencia, mostrar realmente la calidad de los productos y la eficiencia de nuestros procesos.
- Comunicación, directa, bidireccional y horizontal.

Plast ABC SAC cuenta con las siguientes ventajas competitivas.

- Cuenta con máquinas en el área de producción de fabricación brasileña, las cuales tienen un alto ratio de productividad.
- Gestionan la compra de su materia prima en forma directa con sus proveedores de China, Taiwán y USA.
- Cuentan con 1 planta de 3000 m² para todo el sistema productivo y un almacén general de 2000 m² lo que permite tener espacio para el manipuleo correcto de la materia prima, productos en proceso y productos terminados.

2.3 Sistema Productivo

2.3.1 Productos Elaborados por Plast ABC SAC

Plast ABC SAC produce productos plásticos de polietileno en dos líneas o familias de productos, las cuales son bolsas plásticas y cintas de seguridad industrial.

En la tabla 3 podemos apreciar las 5 familias de productos dentro de la línea de bolsas plásticas, las cuales son bolsas de plástico de asa reciclada, bolsas de plástico de asa virgen, bolsas de

plástico desglosables, bolsas de plástico en rollos y bolsas sellos fondos. Las bolsas de plástico se venden en fardos y según el producto contiene una cantidad de paquetes y cada paquete una cantidad de bolsas. Por ejemplo, dentro de la familia bolsas de plástico de asa reciclada se tiene a Negro "El Kanguro" en él cual el fardo contiene 40 paquetes y cada paquete tiene 40 bolsas. La familia de bolsas de plástico de asa virgen y las bolsas de plástico en rollos representan el 68% de las ventas en el 2023 de Plast ABC SAC, siendo el producto de bolsas plástico de mayor demanda las bolsas de plástico en rollo de media 10x15.

Tabla 3

Línea de productos de bolsas de plástico de Plast ABC SAC.

Familias de Producto	Medida en pulgadas	Color	Cantidad de paquetes por fardo	Cantidad de bolsas por paquete
Bolsas de Asa Reciclada	21*24 con impresión	Negro "La campeonita"	40	50
	21*24 sin impresión	Negro	40	50
	35*65 con impresión	Negro "El kanguro"	40	50
	21*24 sin impresión	Verde, turquesa, rojo, rosado, azul, amarillo, blanco, anaranjado, uva	25	40
			20	100
				50
	16*19 sin impresión	Negro	25	80
Bolsas de Asa Virgen	21*24 sin impresión	Verde, turquesa, rojo, rosado, azul, amarillo, blanco, anaranjado, uva	25	100
		Verde, turquesa, rojo, rosado, azul, amarillo, blanco,	20	100
	35*65 sin impresión			

Familias de Producto	Medida en pulgadas	Color	Cantidad de paquetes por fardo	Cantidad de bolsas por paquete
		anaranjado y uva "El Kanguron"		60
	12*16 sin impresión	Blanco	50	80
				100
				50
	16*19 sin impresión	Blanco y negro	25	60
				80
				100
	7*10 sin impresión	Natural	200	70
	8*12 sin impresión	Natural, verde, rojo, azul, amarillo	150	70
				90
				50
Bolsas desglosables	10*15 sin impresión	Natural, verde, rojo, azul, amarillo	100	70
				90
	12*17 sin impresión	Natural, amarillo, rojo, azul, blanco y verde	70	70
				90
	14*20 sin impresión	Natural, amarillo, rojo, azul, blanco y verde	50	70
				90
Bolsas en rollos	7*10 sin impresión	Natural	20	1 kilogramo
	8*12 sin impresión	Natural	20	1 kilogramo
	10*15 sin impresión	Natural	20	1 kilogramo

Familias de Producto	Medida en pulgadas	Color	Cantidad de paquetes por fardo	Cantidad de bolsas por paquete
	12*17 sin impresión	Natural	20	1 kilogramo
	14*20 sin impresión	Natural	15	1.5 Kilogramo
	18*26 sin impresión "25 litros"	Negro, verde, rojo, azul, amarillo, blanco	10	100
	20*30 sin impresión "50 litros"	Negro, verde, rojo, azul, amarillo, blanco	10	100
	26*40 sin impresión "75 litros"	Negro, verde, rojo, azul, amarillo, blanco	10	100
Bolsas sello	35*40 sin impresión "140 litros"	Negro	10	100
fondo	36*46 sin impresión "180 litros"	Negro	10	100
	45*70 sin impresión "220 litros"	Negro	10	100
	50*57 sin impresión "240 litros"	Negro	10	100
	52*60 sin impresión "280 litros"	Negro	10	100

Fuente: Empresa Plast ABC SAC

Elaboración Propia

En la tabla 4 y figura 5 se puede apreciar todos los productos de la línea de cintas de seguridad industrial. Como podemos observar, Se tienen dos familias de productos, las cintas de seguridad industrial que se usan para vías y a campo libre (cintas Obras-No Pasar, cintas Obras Peligro, cintas Acceso restringido, cintas No Pase, cintas Solo Personal Autorizado y cintas Bicolor) y las cintas de seguridad industrial usadas en obras subterráneas (cintas de baja tensión, cintas de media tensión y cintas de alta tensión). Las cintas de seguridad industrial son vendidas en rollos de 1, 3 y 5 kilogramos en paquetes de 5 unidades. Las cintas de seguridad industrial con mayor demanda son las cintas Obras Peligro cuyas ventas representaron el 1.5% en el 2023 del total de ventas de Plast ABC SAC.

Tabla 4

Línea de productos de cintas de seguridad industrial

Familias de Producto	Categoría	Producto	Color	Peso/ rollo en kilogramos	Cantidad de rollos por fardo.	
Cintas de seguridad industrial	Vías y Obras a campo libre	Obras-No Pasar	Amarillo y rojo	1,3 y 5	5	
		Obras Peligro	Amarillo y rojo	1,3 y 5	5	
		Acceso restringido	Amarillo	1,3 y 5	5	
		No pase	Rojo	1,3 y 5	5	
		Solo personal autorizado	Amarillo	1,3 y 5	5	
		Bicolor	Blanco y rojo a la vez en líneas diagonales	5	5	
		Obras subterráneas	Baja tensión	Amarillo	1,3 y 5	5
		Media tensión	Rojo	1,3 y 5	5	
		Alta tensión	Rojo	1,3 y 5	5	

Fuente: Empresa Plast ABC SAC

Elaboración Propia.

Figura 5

Línea de productos de cintas de seguridad industrial

CINTAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL				
CATEGORIA	PRODUCTO	COLOR		IMAGEN
CINTAS DE SEÑALIZACION PARA VIAS Y OBRAS	PELIGRO - NO PASAR	Amarillo		
		Rojo		
	OBRAS PELIGRO	Amarillo		
		Rojo		
	PRECAUCION - ACCESO RESTRINGIDO	Amarillo		
	PELIGRO NO PASE	Rojo		
	PRECAUCION SOLO PERSONAL AUTORIZADO	Amarillo		
	BICOLOR	Blanco	Negro	
CINTAS DE SEÑALIZACION SUBTERRANEA	BAJA TENSION 250V	Amarillo		
	MEDIA TENSION 10000V	Rojo		
	ALTA TENSION 25000V	Rojo		

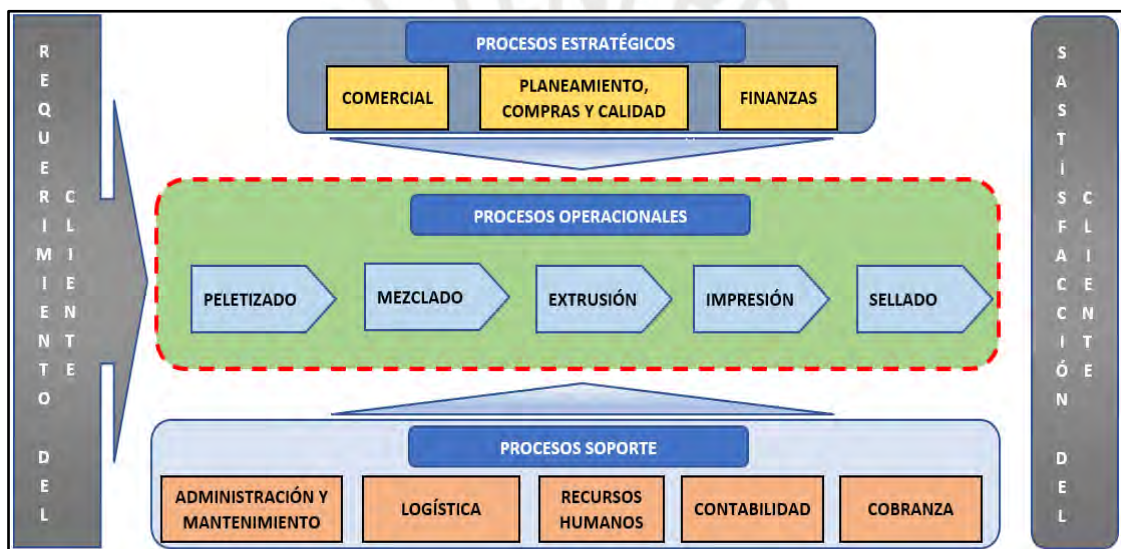
Fuente: Empresa Plast ABC SAC

2.3.2 Mapeo de Procesos

Plast ABC SAC cuenta con procesos estratégicos, procesos operacionales y procesos de soporte definidos. En la figura 6 podemos observar que los procesos estratégicos de la empresa son: el proceso comercial, el proceso de planeamiento, calidad y compras y el proceso de finanzas. Los procesos operacionales o sistema productivo son: el proceso de peletizado, el proceso de mezclado, el proceso de extrusión, el proceso de impresión y el proceso de sellado, mientras que los procesos de soporte son: el proceso de administración y mantenimiento, el proceso logístico, el proceso de recurso humanos, el proceso de Contabilidad y el proceso de cobranza.

Figura 6

Flujo de Procesos Estratégicos, Funcionales y Operativos



Fuente: Empresa Plast ABC SAC

Los procesos estratégicos brindan información necesaria para definir los requerimientos de producción; es decir la cantidad necesaria de recursos requeridos para la producción de un lote de productos, el tiempo necesario para la producción y el costo incurrido en la producción tanto de las bolsas de plástico y de las cintas de seguridad industrial. A continuación, se detalla estos procesos:

- Proceso Comercial. En este proceso los clientes realizan su pedido o requerimiento, por lo que se le genera una cotización donde indica la cantidad de fardos de cada producto, el precio de venta y el tiempo de entrega aproximado.
- Proceso de Planeamiento y de Calidad. En este proceso se totaliza los pedidos o requerimientos solicitados por los clientes (ventas realizadas) de 3 días; con esta

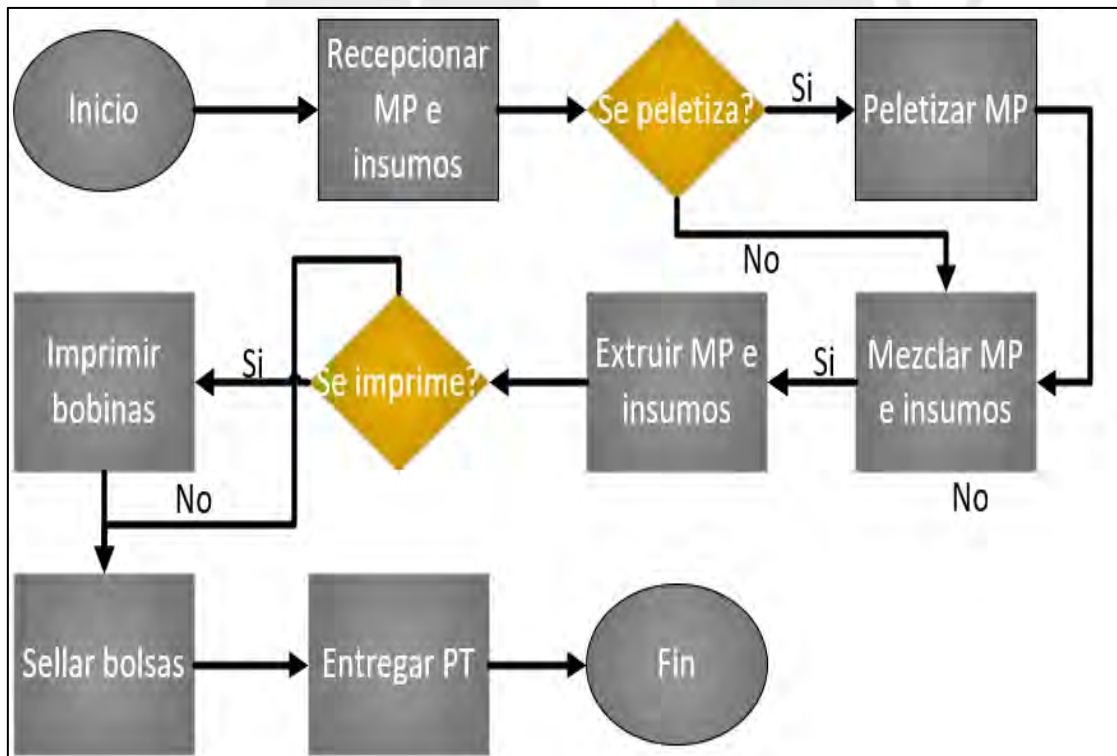
información se genera 1 orden de producción para la fabricación de 1 lote de producto. La orden de producción incluye todos los requerimientos de producción como la cantidad de materia prima e insumos, la cantidad de horas-hombre y horas-máquina. En este proceso también se registran todos los reclamos por temas calidad de los clientes.

- Proceso de Finanzas. En este proceso se gestiona la caja y banco (flujo de caja) de la empresa para el pago de todos los recursos usados en la elaboración de las bolsas de plástico y las cintas de seguridad.

Los procesos operacionales o el proceso productivo para la fabricación de bolsas plásticas y las cintas de seguridad industrial son por lotes. En la figura 7, se puede observar el flujo de operaciones de la línea de bolsas plásticas (proceso de peletizado, proceso de mezcla, proceso de extrusión, proceso de impresión y proceso de sellado) En el siguiente punto se detallará el proceso productivo a detalle, es decir, los procesos productivos, la tecnología con la que cuentan, la capacidad productiva y las mermas y el desperdicio que cada una de ellas genera.

Figura 7

Flujo del proceso productivo de bolsas de plástico



Fuente: Empresa Plast ABC SAC

Los procesos de soporte son todos aquellos que ayudan a cumplir los objetivos de los procesos estratégicos y operacionales de la empresa; es decir, administrar las oficinas, la planta productiva

y almacén de la empresa, gestionar el almacenaje y distribución de los productos, administrar los recursos humanos, gestionar el control y registro de todas las operaciones económicas y gestionar la cobranza de las ventas realizadas. A continuación, se detalla estos procesos:

- Proceso de Administración y Mantenimiento, este proceso se encarga de administrar el buen funcionamiento de las oficinas, las plantas productivas y el almacén general de la empresa. También se encarga de la gestión del mantenimiento preventivo y correctivo de las maquinas productivas, vehículos de transporte y todo el activo usado en los procesos operacionales y de soporte de la empresa.
- Proceso Logístico, este proceso gestiona el almacenamiento de la materia prima e insumos, productos en proceso y productos terminados. y de la distribución de los productos terminados hacia los clientes.
- Proceso de Recursos Humanos, este proceso gestiona la contratación del personal administrativo y operativo, la administración de pago de planillas y capacitaciones al personal.
- Proceso de Contabilidad, este proceso se encarga de realizar las planillas contables, la gestión tributaria y la realización de los estados financieros de la empresa.
- Proceso de Cobranza, este proceso gestiona la cobranza de las facturas pendientes de pago de los clientes de la empresa.

2.3.3 Sistema Productivo

A continuación, se presenta a detalle todos el proceso productivo tanto para las bolsas plásticas como para las cintas de seguridad industrial.

2.3.3.1 Proceso de Peletizado

Este proceso consiste en obtener materia prima reciclada a través de la fusión de los insumos aglomerados comprado a los proveedores (LDPE polietileno de baja densidad y HDPE polietileno de alta densidad) y la materia prima reciclada generada por la merma y desperdicio del proceso productivo. En la tabla 5 se observa la materia prima generada que se obtiene de los insumos y de la prima reciclada del proceso productivo así la procedencia de éstas. La materia prima reciclada, al LDPE, mermas y desperdicios se le conoce como “scrap”, mientras que al HPPE reciclado se le conoce como “tutti”.

Tabla 5*Recursos obtenidos en el proceso de peletizado*

Materia Prima Reciclada	Procedencia de la MP reciclada	Materia Prima Obtenido	Uso de la Materia Prima Generada
Mermas y desperdicio	Proceso de extrusión, impresión y sellado	MP peletizada	Bolsas de plástico
LDPE reciclado cristal	Proveedores	LDPE peletizado cristal	Bolsas de asa reciclada de colores y cintas de seguridad industrial
LDPE reciclado opaco	Proveedores	LDPE peletizado opaco	Bolsas de asa reciclada color negro
HDPE reciclado colores	Proveedores	HDPE peletizado	Bolsas de asa reciclada color negro
HDPE reciclado blanco	Proveedores	HDPE peletizado blanco	Bolsa de asa reciclada de colores

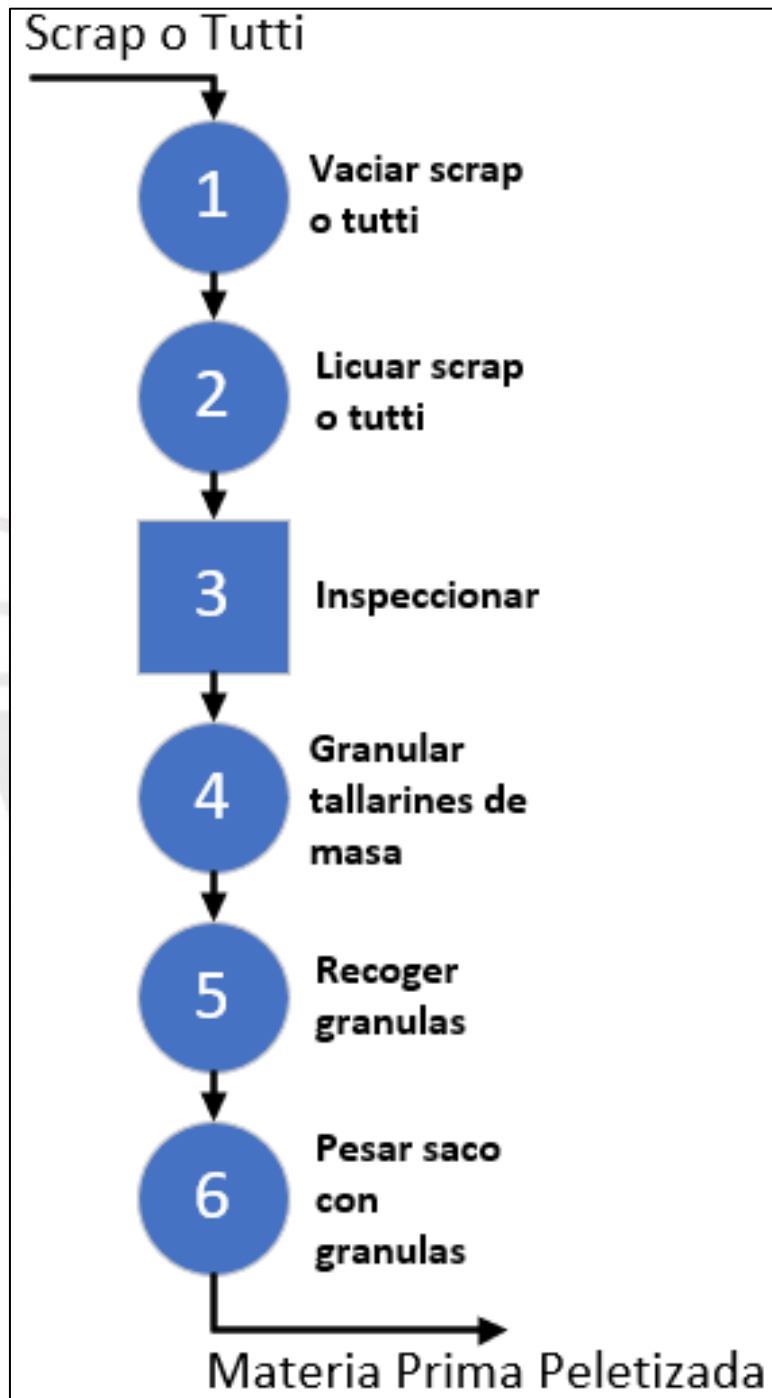
*Fuente. Empresa Plast ABC SAC**Elaboración Propia.*

El proceso de peletizado inicia con el vaciado del “scrap”, “tutti” o materia prima reciclada del proceso productivo a la tolva de la máquina peletizadora, este insumo se enhebra por el tornillo o husillo de la máquina peletizadora, la cual trabaja a una temperatura en el rango de 210° centígrados a 230° centígrados y debido a esta temperatura el insumo pasa a un estado de fusión (estado entre sólido y líquido). El insumo al salir del tornillo u husillo ingresa a una rejilla rectangular o circular que tiene varios orificios, por la cual pasa y se convierte en tallarines de materia prima. Las impurezas de la materia prima se quedan en esta rejilla atrapada en una malla de acero inoxidable. Estos tallarines de materia prima continúan su recorrido por un reservorio con agua a temperatura ambiente que recircula durante todo el proceso cuya finalidad es disminuir la temperatura elevada de la materia prima, 220° centígrados en promedio, a temperatura ambiente (25° centígrados). Al terminar el recorrido por el reservorio con agua, los tallarines de materia prima ingresan a una maquina picadora donde salen se convierten en

pequeñas granulas en forma de lenteja. Finalmente, este granula de materia prima es recogida en sacos para luego pesarla (25 kilogramos cada saco). En la figura 8 se observa el diagrama de operaciones operario-máquina de este proceso.

Figura 8

Diagrama de Operaciones Operario-Maquina del Proceso de Peletizado



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

El proceso de peletizado cuenta con 1 máquina peletizadora de doble paso con corte incorporado de procedencia China. En la tabla 6 se muestran las especificaciones técnicas de esta máquina como el tiempo de seteo, tiempo de limpieza del husillo, los diámetros de los husillos y la producción de material peletizado por cada hora. La empresa no produce la capacidad específica de origen debido a que el insumo al ser reciclado contiene impurezas, por lo que se disminuye la velocidad del husillo para que estas impurezas se queden en la malla. La capacidad instalada del proceso de peletizado diario, 2 turnos cada dónde cada turno es de 12 horas, en promedio es de 6,720 Kilogramos con un 4.0% de merma y 1.5% de desperdicio.

Tabla 6

Especificaciones técnicas de las maquinas peletizadoras

Peletizado	Producción Especifica Kg/Hora	Producción Real Kg/Hora	Diámetro 1° Tornillo en mm.	Diámetro 2° Tornillo en mm.	Tiempo de limpieza de Husillo en horas	Tiempo de seteo en horas
Maquina con corte incorporado	300	280	130	125	1	2.5

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración Propia.

2.3.3.2 Proceso de Mezclado

El proceso de mezclado consiste en entreverar uniformemente las diversas materias primas virgen (HDPE y LDPE), materias primas recicladas peletizadas (HDPE y LDPE) y pigmentos (colorantes) según el lote de producto que se vaya a producir. En la tabla 7 se muestra las diferentes proporciones en kilogramos que se requieren de materia prima y de pigmentos que se requiere para la fabricación por cada tipo de familia de producto.

Tabla 7*Materia Prima usada según el producto*

Producto	HDPE en Kg.	LLDPE en Kg.	LDPE Peletizado en Kg.	HDPE Peletizado en Kg.	Pigmento en Kg.	Total de MP en Kg.
Bolsas de asa virgen	5	20	0	0	0.5	25.5
Bolsas de asa reciclado	0	0	20	5	0.5	25.5
Bolsas desglosables	5	20	0	0	0.5	25.5
Bolsas rollos	0	20	0	0	0	25
Cintas de seguridad	0	0	30	5	1	36
Bolsas sello fondo	0	0	20	5	0.5	25.5

*Fuente. Empresa Plast ABC SAC**Elaboración Propia.*

El proceso de mezclado inicia pesando las cantidades de materia prima virgen o reciclada a usar según el producto a fabricar. Estos insumos son vaciados en un saco que tiene una capacidad máxima de 50 kilogramos, y luego se adiciona el pigmento (colorantes), el cual ya está pesado y almacenado en pequeños baldes. Luego, esta mezcla es vaciada en una maquina mezcladora o batidora industrial (según sea la línea de familia del producto ya sea materia prima reciclada o virgen) aproximadamente 15 minutos en promedio con el fin de obtener una mezcla uniforme. Finalmente, esta mezcla de materia prima es vaciada en varios sacos y dejada en un espacio de almacenaje temporal dentro del proceso siguiente que es él de extrusión. En la figura 9 se observa el diagrama de operaciones operario-máquina del proceso de mezclado.

Figura 9

Diagrama de Operaciones Operario-Maquina del Proceso de Mezclado



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

El proceso de mezclado cuenta con 2 aglomeradoras de procedencia peruana y 1 batidora industrial de procedencia china. Las aglomeradoras se usan para mezclar la materia prima peletizada reciclada, mientras que la batidora se usa para mezclar la materia prima virgen. En la tabla 8 se muestra la capacidad productiva de mezclado de cada máquina y las especificaciones técnicas (Capacidad específica y real en kilogramos y la velocidad de rotación). También se sabe que la capacidad instalada del proceso diario, es decir 2 turnos, es de 24,960 kilogramos de

materia prima reciclada y 88,800 kilogramos de materia prima virgen, además este proceso genera un 3.0% de merma y 1.5% de desperdicio.

Tabla 8

Especificaciones técnicas de las máquinas de mezclado

Mezclado	Capacidad Específica del barril en litros	Capacidad real del barril en litros	Capacidad Específica Máxima en Kg.	Capacidad Máxima real en Kg.	Número de cuchillas	Velocidad de Rotación en rpm
Mezcladora 1	175	152	150	130	8	1,050
Mezcladora 2	175	152	150	130	8	1,050
Batidora 1	1,000	1,000	925	925	18	1,300

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

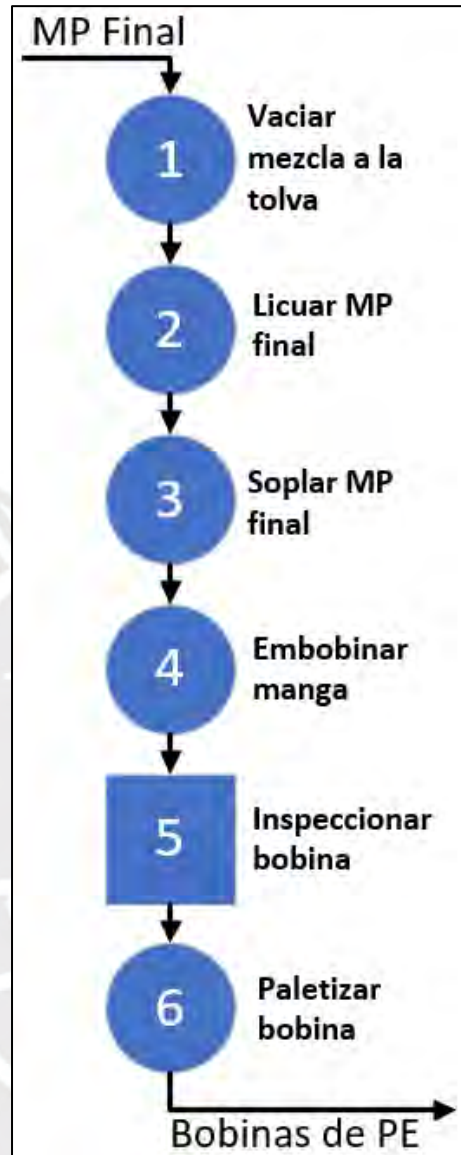
Elaboración Propia

2.3.3.3 Proceso de Extrusión

El proceso de extrusión convierte la materia prima mezclada en bobinas de películas de polietileno. El proceso inicia vaciando los sacos de las mezclas de materia prima en la tolva de la maquina extrusora, por donde se enhebra por el tornillo u husillo a una temperatura promedio de 220° centígrados. En el tornillo de la maquina extrusora, la materia prima se fusiona (pasa de un estado sólido a estado líquido). Al salir del tornillo, esta materia prima en estado de fusión ingresa a un cabezal donde se le adiciona aire comprimido el cual es administrado por una compresora para formar un globo de polietileno. Este globo de polietileno pasa por varios rodillos de aluminio los cuales le cambian la forma al globo hasta obtener película de polietileno. Luego, esta película de polietileno es embobinado en un tuco de cartón comprimido hasta obtener las bobinas de polietileno. La inspección se realiza cuando la película de polietileno se esté embobinando. En la figura 10, se observa el diagrama de operaciones operario-máquina del proceso de extrusión.

Figura 10

Diagrama de Operaciones Operario-Maquina del Proceso de Extrusión



Fuente. Empresa Plast ABC SAC.

El proceso de extrusión cuenta con 10 máquinas extrusoras de procedencia china (1 máquina Yaota, 4 máquinas Liefeng y 5 máquinas Machinex) que se usan para fabricar bobinas de material reciclado y 4 máquinas extrusoras (3 Maquinas Carnevalli y 1 Máquina Maxtor) de procedencia brasileña que se usan para producir bobinas de material virgen. En la tabla 9, se muestran las especificaciones técnicas (tiempo de seteo, tiempo de limpieza del husillo, potencia del motor, ancho de la bobina, producción específica y producción real). La capacidad instalada diaria (2 turnos de 12 horas) en kilogramos de materia prima y materia reciclada extruida de 12,240 kilogramos y 19,920 kilogramos respectivamente.

Las maquinas extrusoras chinas que se usan para producir bobinas para bolsas de asa recicladas y cintas de seguridad industrial no trabajan al 100% de su capacidad especifica debido a que este material peletizado reciclado es más duro en comparación a la materia de polietileno virgen. Las máquinas de procedencia brasileña se usan para elaborar bobinas para bolsas de asa virgen, bolsas desglosables y bolsas en rollos. También se sabe que este proceso genera una merma del 4% y un desperdicio del 1%.

Tabla 9

Especificaciones técnicas de las máquinas de extrusión

Mezclado	Producción Especifica Kg/Hora	Producción Real Kg/Hora	Ancho máximo de película en mm.	Tiempo de seteo en horas	Tiempo de limpieza de husillo	Potencia del motor en HP
Liefeng 1	50	40	600	2.5	0.5	25
Liefeng 2	50	40	600	2.5	0.5	25
Liefeng 3	50	40	600	2.5	0.5	25
Liefeng 4	50	40	600	2.5	0.5	25
Machinex 1	50	40	600	2	0.5	20
Machinex 2	50	40	600	2	0.5	20
Machinex 3	50	40	600	2	0.5	20
Machinex 4	50	40	600	2	0.5	20
Machinex 5	50	40	600	2	0.5	20
Yaota 1	150	150	2,000	2	1	100
Carnevalli 1	250	250	2,000	2	1	125
Carnevalli 2	250	250	2,000	2	1	125
Carnevalli 3	250	250	2,000	2	1	125
Maxtor 1	80	80	1,100	2	1	30

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

2.3.3.4 Proceso de Impresión

En este proceso se producen las cintas de seguridad industrial y; también se imprime una imagen en las bolsas de asa reciclada color negro de medida 35x65 denominada “El Kanguro” y 21x24 denominada “La Campeonita”. El proceso inicia colocando la bobina de polietileno en el rodillo de inicio de secuencia, para luego enhebrar la película de polietileno de la bobina por todos los

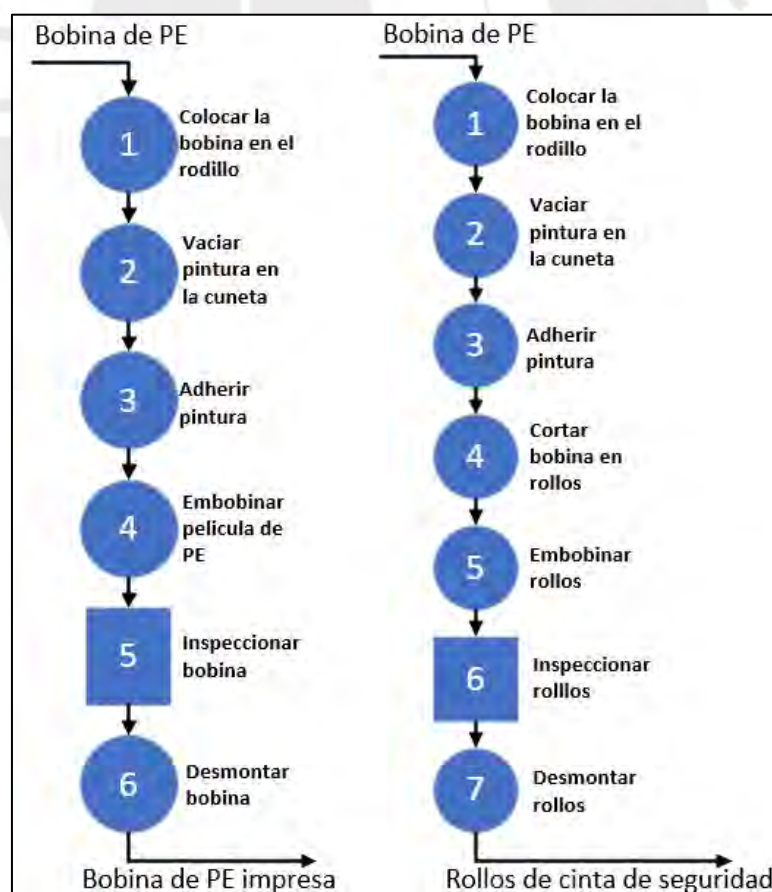
rodillos hasta el último rodillo final donde se va a embobinar. El proceso continúa llenando los reservorios de la maquina con la combinación de pinturas liquidas, alcohol y acetato, según la cantidad de colores que tiene la imagen que se va a imprimir en la bobina.

En un rodillo denominado “rodillo cliché” se coloca una imagen elaborada de fotopolímero la cual se va a adherir a la bobina de polietileno cuando este enhebre desde rodillo inicial hasta el rodillo final, en el cual se embobinará. Finalmente, cuando se esté embobinando se realizará una inspección en la bobina impresa para asegurar la calidad del proceso, para luego desmontar la bobina impresa y colocarla en un pallet la cual se almacenará en un espacio temporal hasta que sea transportado al proceso de sellado. Al proceso para la fabricación de cintas de seguridad se le adiciona las actividades de corte, que consisten en colocar 3 cuchillas de punta en el antepenúltimo rodillo para realizar 3 cortes antes que este sea embobinado.

En la figura 11 se muestra el diagrama de operaciones operario-máquina del proceso de impresión para la bobina impresa y para las cintas de seguridad industrial respectivamente.

Figura 11

Diagrama de Operaciones Operario-Maquina del Proceso de Impresión



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

El proceso de impresión cuenta con 2 máquinas flexográficas de 4 y 6 colores de procedencia china. En la tabla 10 se muestran las especificaciones técnicas de ambas máquinas (largo y ancho de impresión, velocidad de paso máximo, potencia del motor, número de reservorios y diámetro máximo del rodillo). La gran diferencia entre la maquina Machinex y la maquina Yakota es que la primera cuenta con un tambor central y 6 reservorios de pintura, lo que permite tener una mayor cantidad de combinaciones de colores y poder adherir impresiones centradas.

Por último, se sabe que en este proceso de impresión la capacidad instalada 625 kilogramos de bobina impresa y 1,565 kilogramos de cintas de seguridad industrial en 1 turno de 12 horas, además que este proceso genera una merma de 2.5% un desperdicio del 1.5%.

Tabla 10

Especificaciones técnicas de las máquinas de impresión

Peletizado	Largo máximo que imprimir en mm.	Ancho efectivo máximo en mm.	Velocidad Máxima en metros/min.	Potencia Total en KW	Cantidades de cunetas para los colores	Diámetro máximo del rodillo en mm.
Machinex	415	960	70	18	6	450
Yakota	415	950	70	11.2	4	450

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia.

2.3.3.5 Proceso de Sellado

El proceso de sellado consiste en obtener las bolsas de plástico de polietileno a partir de las bobinas. La empresa fabrica 6 familias de producto de las cuales 5 son bolsas de plástico de polietileno, estas son: las bolsas de asa reciclada, bolsas de asa virgen, bolsas desglosables, bolsas de sello fondo y bolsas en rollos.

El proceso de sellado para cada una de las familias de bolsas de polietileno es diferente en cuanto a las actividades, solo tienen la misma secuencia las familias de bolsas de plástico de asa reciclado y bolsas de plástico de asa virgen. En la tabla 11 se puede observar las diferentes actividades que se realizan, así como la descripción de cada una de ellas y el tipo de actividad.

Tabla 11*Descripción de actividades del proceso de sellado*

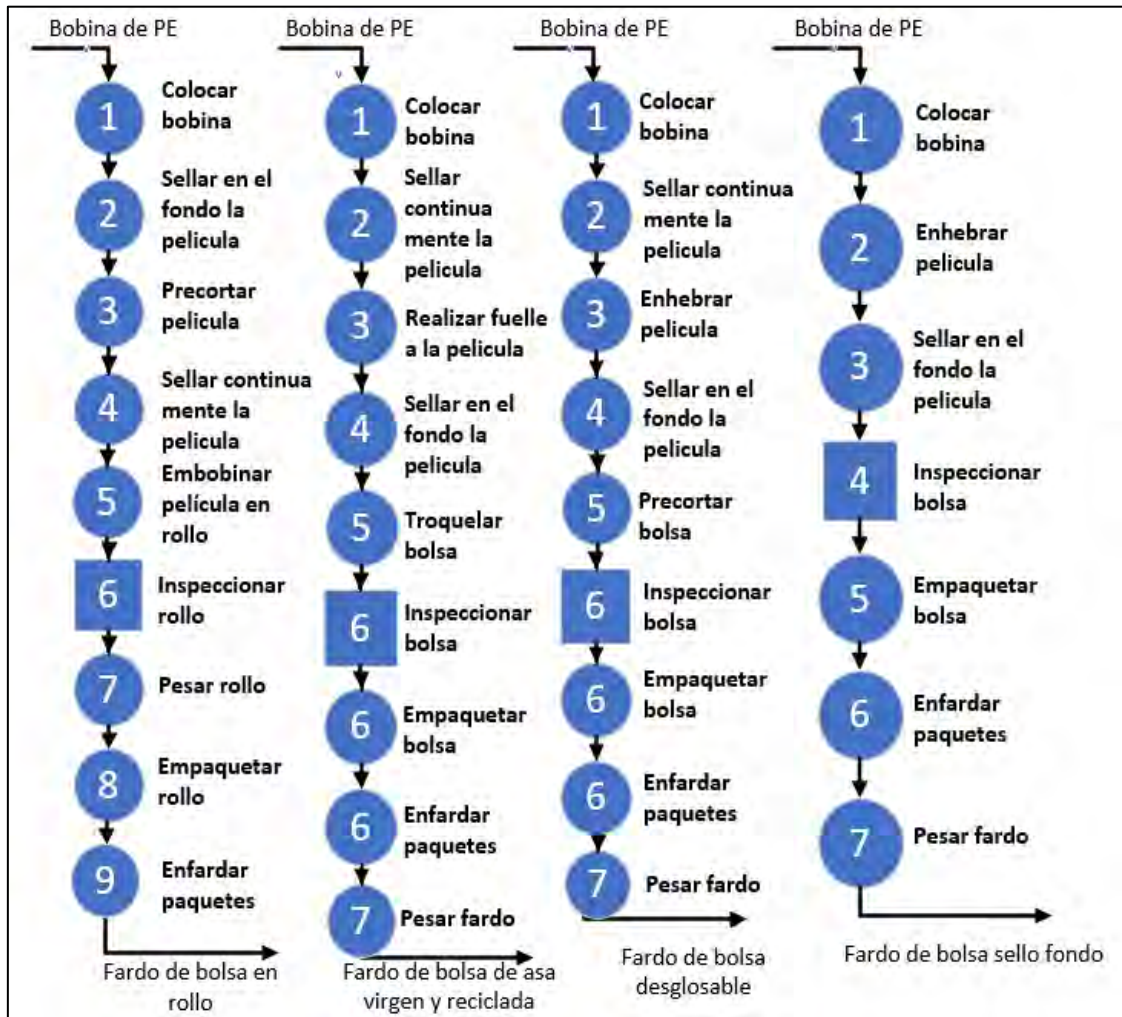
Actividad	Descripción	Tipo de actividad
Colocar bobina de PE	Consiste en colocar la bobina de PE en el rodillo de inicio de la máquina.	Frecuencial
Enhebrar película de PE	Consiste hacer pasar la película de PE por todos los rodillos de la máquina. El objetivo es tensar la película de PE.	Continua
Sellar en el fondo la película de PE	Consiste en cortar y pegar la película PE (lado horizontal de la bolsa) por medio del calor.	Continua
Sellar continuamente la película de PE	Consiste en cortar y pegar la película PE (lado vertical de la bolsa) por medio del calor.	Continua
Realizar fuele a la película de PE	Consiste en hacer mangas internas a la película de PE.	Continua
Pre cortar película de PE	Consiste en hacer una línea recta punteada por medio de una cuchilla dentada.	Continua
Embobinar película de PE	Consiste en enrollar la película de PE en rollos de cartón prensado.	Continua
Troquelar bolsa de PE	Consiste en hacer las asas de la bolsa de PE por medio de una cuchilla usando prensa manual.	Continua
Empaquetar bolsa de PE	Consiste en colocar las bolsas de PE dentro de un paquete.	Continua
Enfardar Bolsa de PE	Consiste en colocar los paquetes de bolsa de PE en un fardo.	Frecuencial
Inspeccionar	Consiste en revisar la forma, dimensiones y sello de la bolsa de PE.	Frecuencial
Pesar Fardo de bolsas de PE	Consiste en pesar los fardos de bolsa de PE.	Frecuencial

*Fuente. Empresa Plast ABC SAC**Elaboración Propia*

En la figura 12 muestra el diagrama de operaciones de operario-máquina de la fabricación de bolsas de PE de cada familia. Se puede observar el ingreso del recurso, la secuencia de actividades, el tipo de actividades y la salida de los productos.

Figura 12

Diagrama de Operaciones Operario-Maquina del Proceso de Sellado



Fuente: Empresa Plast ABC SAC

El proceso de sellado cuenta con 1 máquina selladoras de procedencia china y 11 máquinas selladoras de alta producción de procedencia brasileña (10 máquinas selladoras Polimáquinas y 1 maquina selladora Hecce). En la tabla 12, podemos observar el tipo de familia de bolsa de polietileno que se produce por máquina, el número de pistas (se refiere a la cantidad de bobinas que puede sellar a la vez la maquina), el ancho y largo máximo (son las dimensiones de la bolsa) y la cantidad de sellos que realiza realmente estas máquinas. La máquina selladora de procedencia China tiene una producción real menor a la producción específica debido al material

reciclado, ya que si se trabajase a esta velocidad el sello no cumpliría los estándares de calidad requeridos por los clientes.

La capacidad instalada promedio diaria (1 turno de trabajo de 12 horas) es de 4,270 kilogramos de asa reciclada, 1,042 kilogramos de sello fondo, 6,250 kilos de bolsa en rollos, 3,542 kilogramos de asa virgen y 520 kilogramos de bolsa desglosable. También se sabe que este proceso genera una merma de 4%.

Tabla 12

Descripción de actividades del proceso de sellado

Sellado	Bolsas que produce	Sellado específica por minuto	Sellado real por minuto	Número Máximo de pistas	Ancho máximo de película en mm.	Largo máximo en mm.
Machinex 1	Asa reciclada	140	105	2	320	600
Hecce 1	Asa virgen	140	140	4	1,300	800
Polimáquinas 1	Asa virgen	140	140	4	1,300	800
Polimáquinas 2	Asa reciclada	140	140	4	1,300	800
Polimáquinas 3	Rollos	120	120	1	1,000	-
Polimáquinas 4	Rollos	120	120	1	1,000	-
Polimáquinas 5	Rollos	120	120	1	1,000	-
Polimáquinas 6	Rollos	120	120	1	1,000	-
Polimáquinas 7	Rollos	120	120	1	1,000	-
Polimáquinas 8	Rollos	120	120	1	1,000	-
Polimáquinas 9	Sello fondo	120	120	2	1,300	3,000
Polimáquinas 10	Desglosable	110	110	5	1,300	800

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia.

2.3.4 Capacidad del Proceso

El proceso productivo actual para la fabricación bolsas de plástico y cintas de seguridad industrial de polietileno cuenta con 5 procesos los cuales ya fueron detallados. En la tabla 13 podemos observar, que el proceso de peletizado tiene una capacidad productiva promedio por día (2 turnos de 12 horas) es de 6,305 kilogramos usando el 100% de la capacidad instalada. En el

proceso de mezclado la capacidad productiva promedio diario es de 21,736 kilogramos usando el 20% de su capacidad instalada diaria (2 turnos de 12 horas). El proceso de extrusión tiene una capacidad productividad diaria en 1 día (2 turnos de 12 horas) de 21,395 kilogramos en promedio usando el 70% de su capacidad instalada. El proceso de impresión tiene una capacidad productiva diaria (1 turno de 12 horas) de 2,017 kilogramos usando el 100% de su capacidad instalada. Finalmente, el proceso de sellado tiene una capacidad productiva promedio diaria (1 turno de 12 horas) de 13,950 kilogramos usando el 100% de su capacidad instalada

Tabla 13

Capacidad del proceso productivo

Proceso	Producción promedio en Kg por hora	Horas productivas diarias	Capacidad Instalada	Utilización Productiva en %	Capacidad productiva real
Peletizado	280	24	6,720	100%	6,354
Mezclado	4,740	24	113,760	20%	21,738
Extrusión	1,340	24	32,160	70%	21,395
Impresión	175	12	2,190	100%	2,103
Sellado	1,250	12	15,625	100%	15,000

Fuente: Empresa Plast ABC SAC

Elaboración Propia.

2.4 Diagnóstico de la empresa

Debido a que la empresa actualmente elabora 153 productos (128 productos en la línea de bolsas de plástico y 25 productos en la línea de cintas de seguridad industrial) entre las 6 familias de productos, se realizará un análisis en base a las ratios de rentabilidad operacional, utilización de la capacidad productiva y porcentaje de no conformes para elegir al producto o productos con los cuales se hará el análisis.

2.4.1 Rentabilidad Operacional

Se realizó un análisis de las ventas en soles por familia entre los meses de enero-2023 a diciembre-2023 para conocer el ingreso por familia de productos. La empresa facturó en el periodo de análisis 34.6 millones de soles (en promedio 3.46 millones de soles mensuales) y como se puede ver en la figura 13, la familia de bolsas de rollos es la más vendida con un promedio mensual de ventas de S/. 1,206,400.0 soles, en segundo lugar, es la familia de bolsas de asa reciclada con S/. 676,354.6 soles, en tercer lugar, es la familia de bolsas de asa virgen con S/. 418,418.0 soles, en cuarto lugar, es la familia de bolsas de sellos fondo con S/. 250,152.5 soles, en quinto lugar, es la familia de cintas de seguridad industrial con S/. 183,750.0 soles y último es la familia de bolsas desglosables con S/. 117,604.5 soles

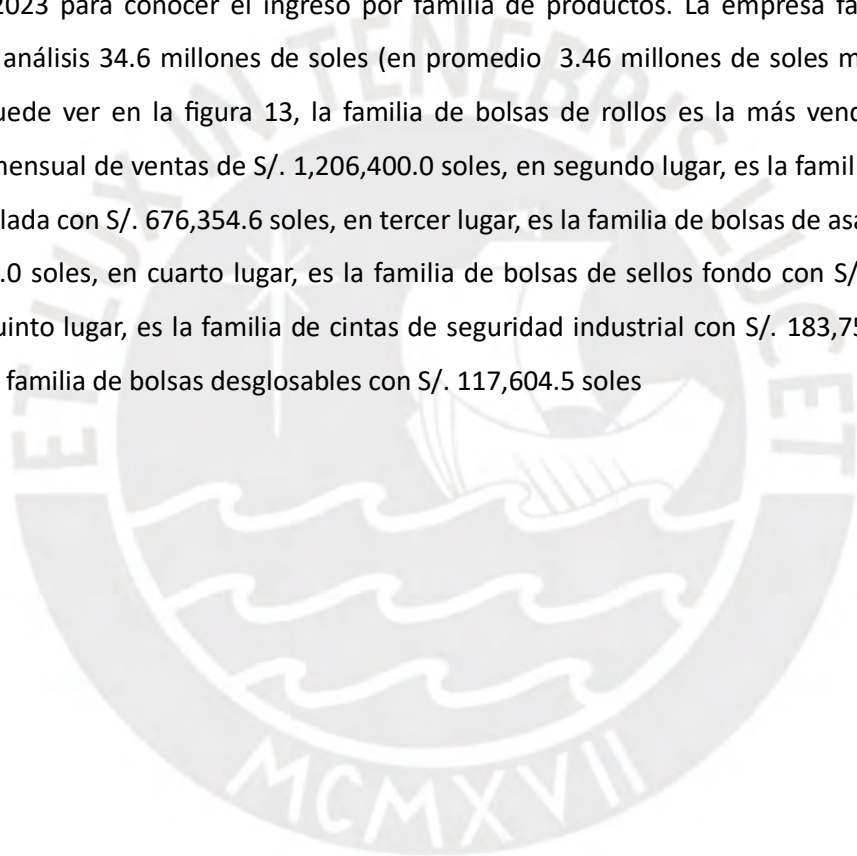
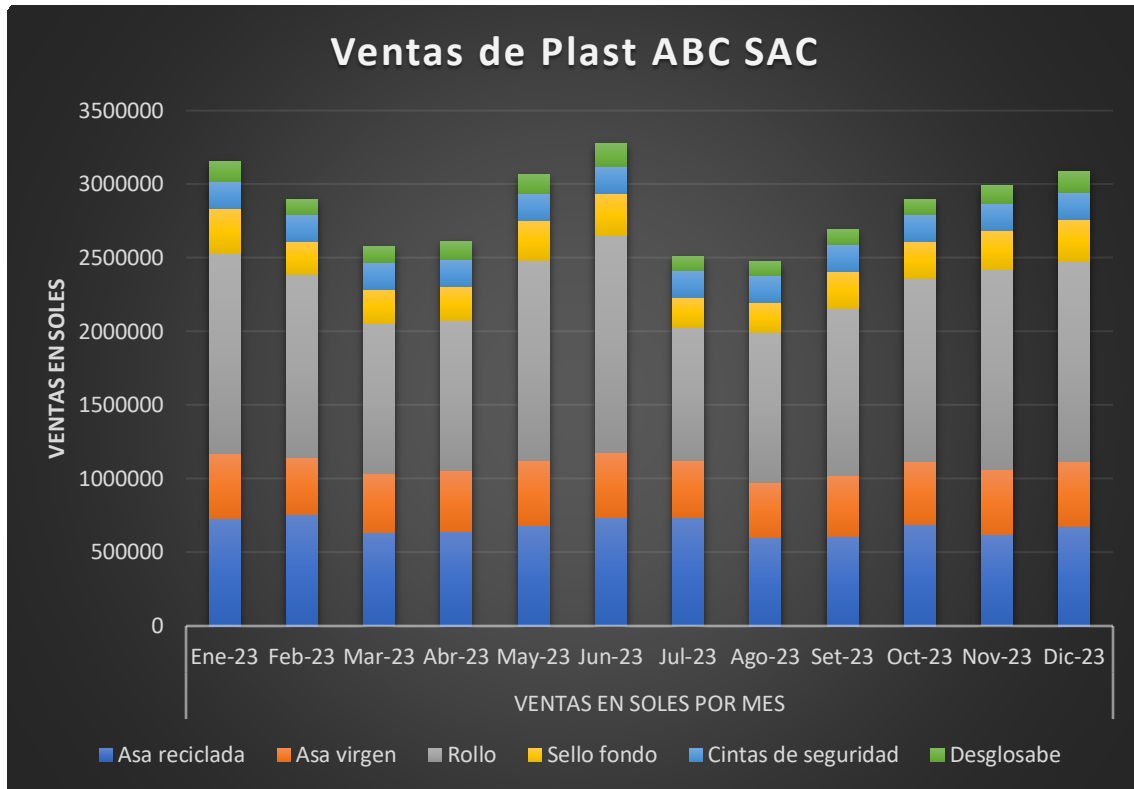


Figura 13

Gráfica de ventas por familia de Plast ABC SAC.



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

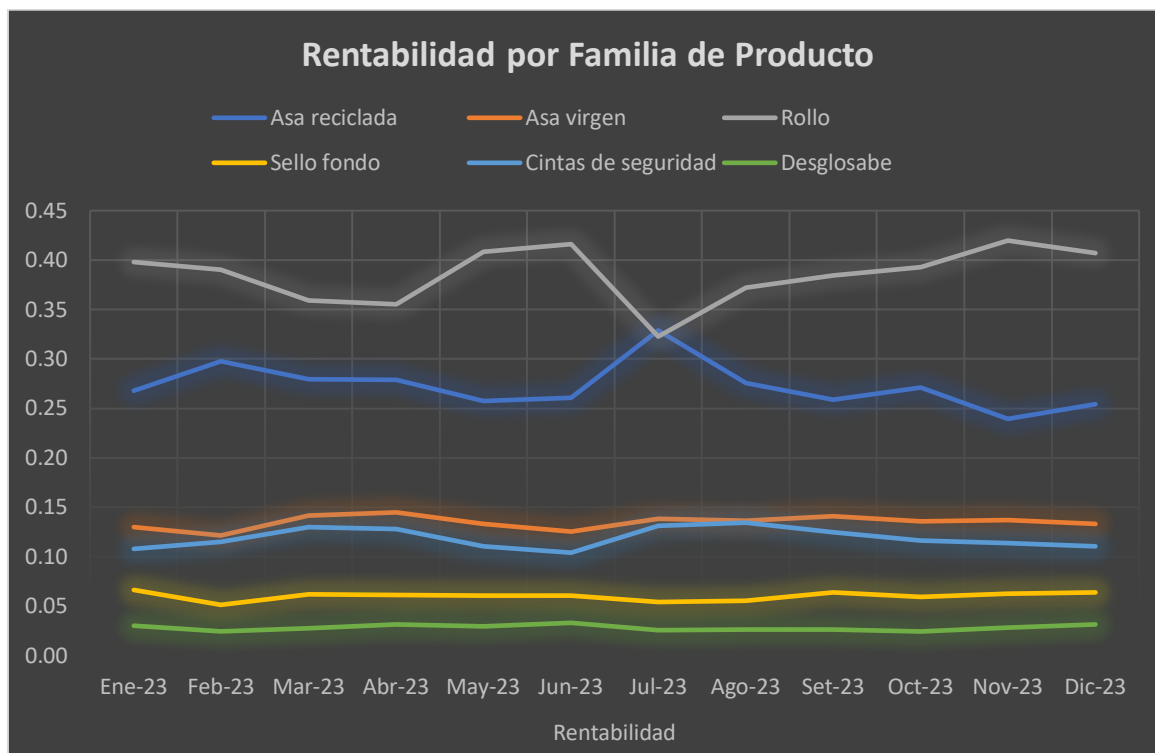
En base a las ventas comprendidas entre enero-2023 a diciembre-2023 se hizo un análisis de el ratio de la rentabilidad operacional por mes para obtener la contribución de rentabilidad (utilidad respecto a la venta) que genera cada familia, sabiendo que la utilidad impuesta por la empresa en las familias de bolsas de asa reciclada, bolsas de asa virgen, bolsas en rollo, bolsas sello fondo, cintas de seguridad industrial y bolsas desglosable son 10%, 8%, 8%, 6%, 16% y 6% respectivamente.

Como se puede ver en la figura 14 el aporte del ratio de la rentabilidad promedio porcentual mensual por familia respecto al total de la rentabilidad generada por la empresa mensualmente es liderada por las bolsas de plástico en rollo con 39%, en segundo lugar esta las bolsas de plástico asa reciclada con un 27%, en tercer lugar esta las bolsas de plástico con asa virgen con 13%, en cuarto lugar esta las cintas de seguridad industrial con 12%, en quinto lugar esta las bolsas de plástico de sello fondo con 6% y finalmente las bolsas de plástico desglosables con 3%.

También podemos notar que todas las familias de bolsas de plástico, es decir las bolsas en asa reciclada y virgen, bolsas en rollo, bolsas desglosables y bolsas sello fondo son más vendida en los meses de julio y diciembre, esto debido a que hay mayor consumo por ser meses festivos.

Figura 14

Grafica de rentabilidad operacional por familia de productos



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

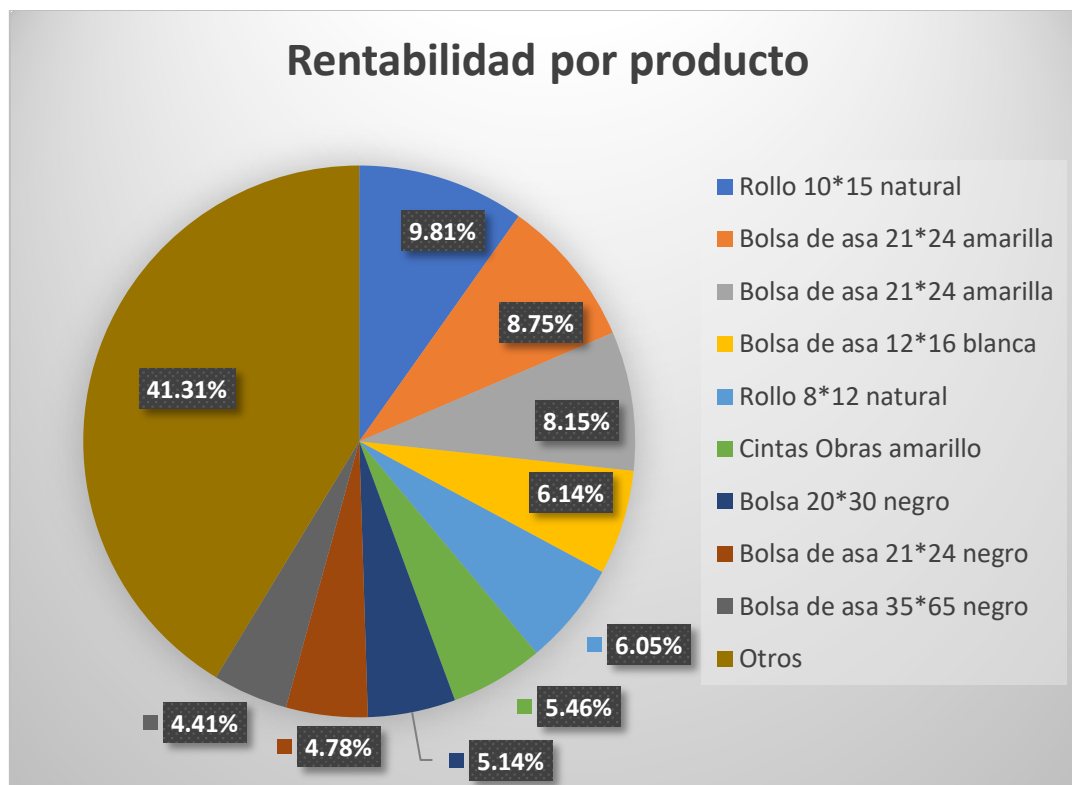
En base a el ratio de rentabilidad operacional por familia, se realizó un análisis en cada familia de productos para saber cuál o cuáles son los productos que tiene mayor contribución operacional. En la figura 15 se puede observar que los productos con mayor rentabilidad son las bolsas en rollo natural 10*15 con 9.81%, bolsas de asa reciclada amarilla 21*24 con 8.75%, bolsas de asa virgen amarillo 21*24 con 8.15%, bolsas de asa virgen blanco 21*16 con 6.14%, bolsas en rollo natural 8*12 con 6.05%, cintas de seguridad industrial obras amarillo con 5.46%, bolsas sello fondo negro 20*30 con 5.14%, bolsa de asa reciclada negro 21*24 con 4.78% y bolsas de asa reciclada negro Kanguro 35*65 con 4.41%.

Notamos que 9 de los 153 productos (5.8% del total de los productos) contribuyen con el 58.69% de la rentabilidad operacional de la empresa y que, de estos productos, los que tienen una mayor contribución operacional son las bolsas en rollo natural 10*15 de se elabora con materia prima

virgen y las bolsas de asa reciclada amarilla 21*14 amarilla que se elaboran con materia prima reciclada en el tiempo de estudio de 12 meses.

Figura 15

Grafica de rentabilidad operacional por producto



Fuente. Empresa Plast ABC SAC.

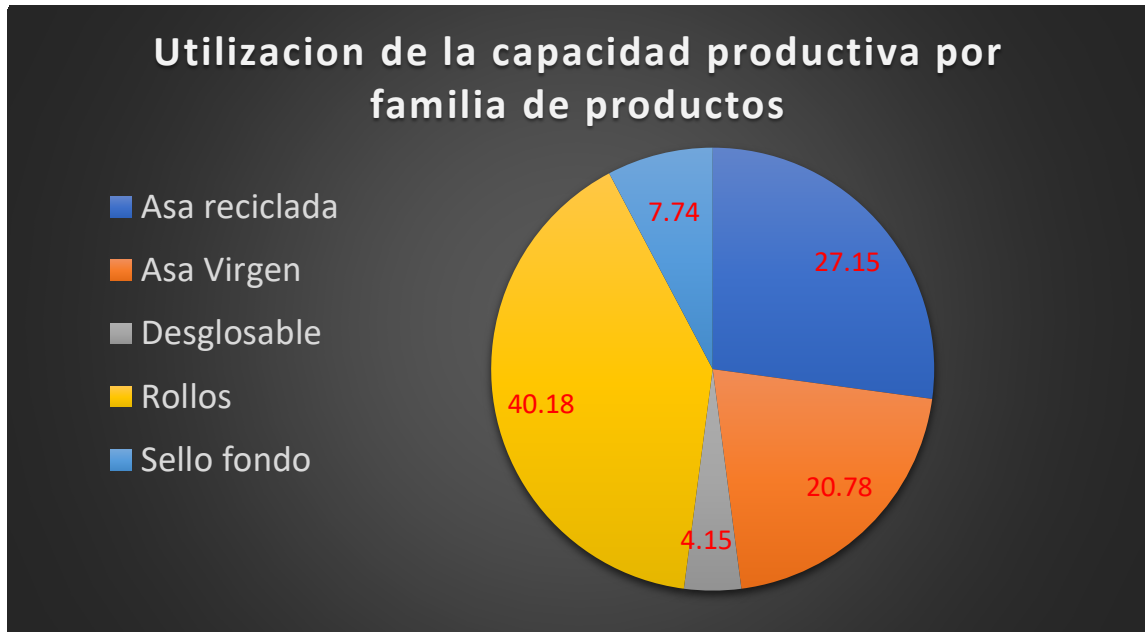
2.4.2 Utilización de la Capacidad Productiva

Se realizó un análisis de la utilización (en horas) de la capacidad instalada del proceso productivo. Este análisis se realizó en un periodo de 12 meses desde enero-2023 a diciembre-2023 en el proceso de sellado.

En la figura 16 se aprecia que la familia de bolsas en rollo tiene un ratio de utilización de la capacidad instalada productiva de 40.18%, le sigue la familia de bolsas de asa reciclada con un ratio de utilización de la capacidad instalada productiva del 27.15%, luego están las familias de asa virgen y sello fondo con un ratio de utilización de la capacidad instalada productiva del 20.78% y 7.74% respectivamente y finalmente la familia de bolsas desglosables con un ratio de utilización de la capacidad instalada productiva del 4.15%

Figura 16

Grafica de rentabilidad por familia de productos



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

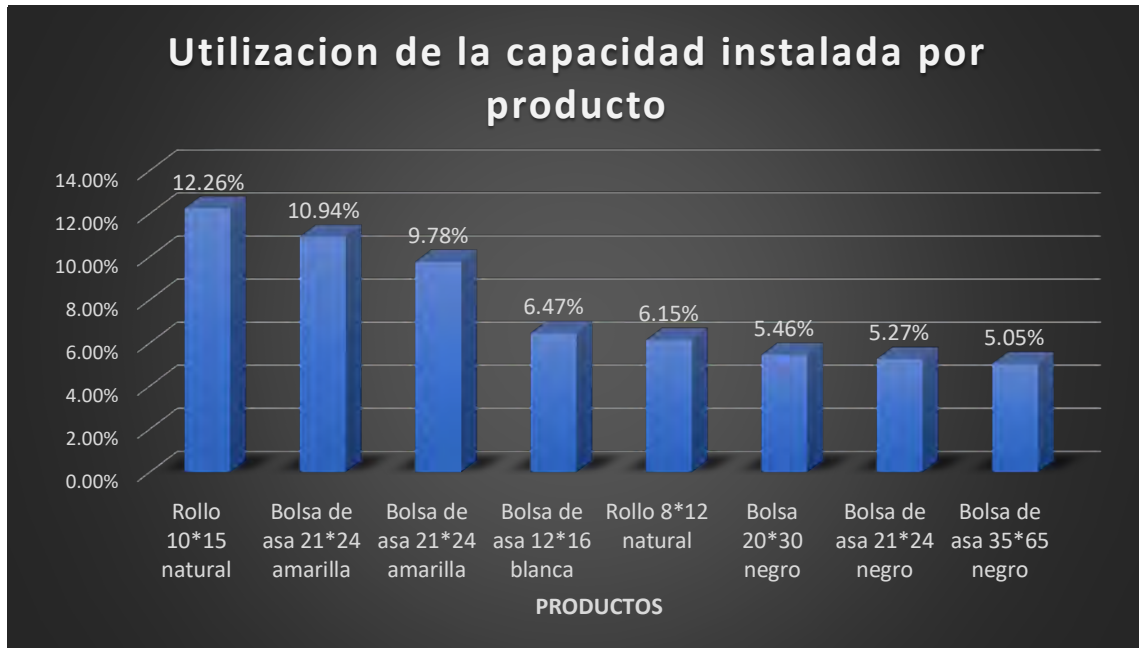
En base a el ratio de utilización de la capacidad instalada por familia se hace un análisis para saber qué productos tienen mayor utilización de la capacidad productiva. En la figura 17, se puede observar que el producto con mayor ratio de utilización de la capacidad productiva es la bolsa en rollo natural 10*15 con 12.26%, en segundo lugar, tenemos a la bolsa de asa reciclada amarilla 21*24 con un ratio de utilización de la capacidad productiva de 10.94%.

En tercera ubicación y cuarta ubicación tenemos a la bolsa de asa virgen amarilla 21*24 y la bolsa de asa virgen blanca 12*16 con un ratio de utilización de la capacidad productiva de 9.78% y 6.47% respectivamente. Los 4 últimos productos con mayor ratio de utilización productiva son la bolsa en rollo natural 8*12, la bolsa de sello fondo negro 20*30, la bolsa de asa reciclada negro 21*24 y la bolsa de asa reciclada negro el kanguro 35*65 con 6.15%, 5.46%, 5.27% y 5.05% respectivamente.

Se concluye que 8 de los 153 productos (5.8% del total de los productos) usan el 61.38% de la capacidad productiva instalada de la planta y; que de estos las bolsas en rollo natural 10*15 de se elabora con materia prima virgen y las bolsas de asa reciclada amarilla 21*14 amarilla que se elaboran con materia prima reciclada son los que tienen un ratio de utilización de la capacidad productiva mayor en el tiempo de estudio comprendido entre enero-2023 a diciembre-2023.

Figura 17

Grafica del porcentaje de utilización por producto de Plast ABC SAC.



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

2.4.3 Productos No Conformes

Se considera un producto No conforme a todo producto que no cumple los estándares de calidad, estas no conformidades se agrupan en:

- Color del producto, si el color no es el adecuado en cuanto al brillo, al tono del color o si presenta alguna mancha.
- Dimensiones del producto, si el largo, ancho o espesor no están dentro del intervalo requerido.
- Soporte del peso, si el producto presenta problemas en las asas, fuelles y sello.

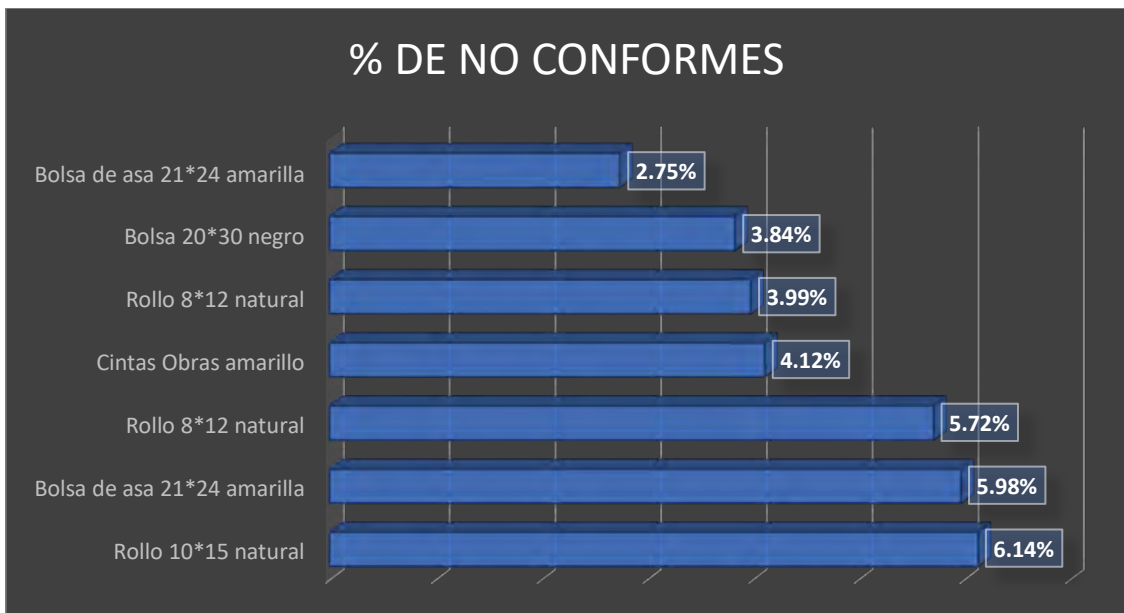
Los productos no conformes son detectados de maneras distintas, algunos productos No conformes son encontrados por el área de calidad en el proceso productivo cuando se hace la inspección en el área de sellado y los el resto de productos No conformes son encontrados por los clientes. Todo producto no conforme que es devuelto a la empresa como reclamo es casi siempre reemplazado por otro producto.

En la figura 18 se visualiza a los productos con mayor ratio de porcentaje de No conformidad. Se aprecia que las bolsas en rollo natural 10*15 tienen un ratio de No conformidad de 6.14%, y le siguen la bolsa de asa reciclada amarilla 21*24 con un ratio de No conformidad de 5.98%. En

tercer y cuarto lugar tenemos a las bolsas en rollo natural 8*12 y las cintas Obras amarillo con un ratio de No conformidad de 4.72% y 4.12% respectivamente Finalmente los productos con mayor ratio de No conformidad son las bolsas sello fondo negro 20*30 con un ratio de No conformidad de 3.84% y bolsas de asa reciclada amarilla 21*23 con un ratio de No conformidad de 2.74%.

Figura 18

Grafica del porcentaje productos No conformes



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

2.4.4 Matriz de Multicriterio de Decisión

En base al análisis de ratio del porcentaje de la rentabilidad operacional, el ratio de porcentaje de utilización de la capacidad instalada y el ratio de productos No conformes se va a seleccionar un producto o productos para realizar el análisis a todo el proceso productivo. Mediante el uso de la herramienta multicriterio AHP (Thomas Saaty), se va a evaluar a los 7 seleccionados con mayores ratios (Rentabilidad operacional, utilización de la capacidad instalada y productos No conformes) de la empresa. En la tabla 14 se muestran los productos que tienen mayor porcentaje en los ratios de estudio.

Tabla 14*Análisis de productos con mayores porcentajes*

Producto	Familia de Producto	Ratio de Rentabilidad	Ratio de utilización de la capacidad	Ratio de productos No conformes
Rollo 10*15 natural	Bolsa en rollos	9.81%	12.26%	6.14%
Bolsa de asa 21*24 amarilla	Bolsa de asa reciclada	8.75%	10.94%	5.98%
Bolsa de asa 21*24 amarilla	Bolsa de asa virgen	8.15%	9.78%	2.75%
Bolsa de asa 12*16 blanca	Bolsa de asa virgen	6.14%	6.74%	1.89%
Rollo 8*12 natural	Bolsa en rollos	6.05%	6.15%	5.72%
Cintas Obras amarillo	Cinta de seguridad industrial	5.46%	5.77%	3.99%
Bolsa 20*30 negro	Bolsa sello fondo	5.14%	5.27%	3.84%
Bolsa de asa 21*24 negro	Bolsa de asa reciclada	4.78%	4.21%	1.71%

*Fuente. Empresa Plast ABC SAC**Elaboración propia*

Lo primero que se hizo fue obtener el criterio, en este caso los ratios analizados, con mayor influencia sobre los criterios, eso se hizo asignando un valor numérico según la escala de Thomas Satty. En la tabla 15 se observa la tabla de multicriterio, donde la escala numérica a asignar al cruzar dos criterios tiene puntajes de 1, 3, 5, 7 y 9. Esta escala numérica se asigna en base a la contribución (contribuciones iguales, contribuciones leve o fuerte de un criterio sobre el otro criterio o la predominancia demostrada o absoluta de un criterio respecto al otro).

En base a esta herramienta de multicriterio, se asignó un puntaje de 7 del ratio de utilización de la capacidad productiva sobre el ratio de productos no conformes, un puntaje de 9 del ratio de

rentabilidad operacional sobre el ratio de productos no conformes y un puntaje de 3 del ratio de rentabilidad operacional sobre el ratio de utilización de la capacidad productiva.
de Multicriterio de Thomas Satty.

Tabla 15

Multicriterio de Thomas Satty

Escala Numérica	Escala Verbal	Explicación
1	Mutuamente importante	Ambos elementos contribuyen en igual medida
3	Moderadamente importante	Preferencia leve de un elemento sobre el otro
5	Fuertemente importante	Preferencia fuerte de un elemento sobre el otro
7	Importancia demostrada y muy fuerte	Predominancia demostrada de un elemento sobre el otro
9	Importancia demostrada y extremadamente fuerte	Predominancia clara y absoluta de un elemento sobre el otro

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

En la tabla 16, podemos observar que después de aplicar la herramienta multicriterio se obtuvo que el ratio de rentabilidad operacional obtuvo una ponderación de 0.649, el ratio de productos No conformes obtuvo una ponderación de 0.057 y el ratio de utilización de la capacidad productiva obtuvo una ponderación de 0.295.

Escala de Herramienta

Tabla 16

Análisis de Multicriterio de Thomas Satty

Criterio	Ratio de productos No conformes	Ratio de utilización de la capacidad	Ratio de rentabilidad operacional	Matriz Normalizada			Ponderación
Ratio de productos	1.00	0.14	0.11	0.059	0.034	0.077	0.057

Criterio	Ratio de productos No conformes	Ratio de utilización de la capacidad	Ratio de rentabilidad operacional	Matriz Normalizada			Ponderación
No conformes							
Ratio de utilización de la capacidad	7.00	1.00	0.33	0.412	0.241	0.231	0.295
Ratio de rentabilidad operacional	9.00	3.00	1.00	0.529	0.724	0.692	0.649
Total	17.00	4.14	1.44	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

Ahora, en base los criterios de consistencia de la herramienta de multicriterio, se va comprobar si la ponderación obtenida es correcta. En la tabla 17 se puede observar que el valor del índice de consistencia es 0.061, que el valor de la consistencia aleatoria es de 0.660 y que el valor de la relación de consistencia es 0.093. Notamos que el valor hallado es menor a 0.1 y según los criterios de decisión concluimos que la ponderación obtenida es razonable y aceptable; es decir que los 3 ratios analizados tienen el siguiente orden de importancia, primero se considera al ratio de rentabilidad operacional, luego al ratio de utilización de la capacidad productiva y finalmente al ratio de productos No conformes.

Tabla 17

Decisión del análisis de Multicriterio de Thomas Satty

MxP	Criterio de Consistencia		
0.171	$CI=(n_{max}-n)/(n-1)$	Índice de consistencia	0.061
0.908	$RI=1.98*(n-2)/n$	Consistencia aleatoria	0.660
2.043	$CR=CI/RI$	Relación de consistencia	0.093

MxP	Criterio de Consistencia
3.122	Se concluye que la ponderación es razonable y aceptable

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

Luego se aplicó la herramienta de multicriterio a los productos seleccionados independientemente de cada criterio, es decir se aplicó la herramienta respecto al ratio de rentabilidad operacional, ratio de utilización productiva y ratio de productos No conformes. En la tabla 18 se puede apreciar la ponderación obtenida en función a cada ratio y la ponderación global. Notamos que los productos con mayor priorización (en función a los 3 ratios) son la bolsa en rollos natural 10*15 con 0.2, bolsa de asa virgen blanca 12*16 con 0.15 y la bolsa de asa reciclada amarilla 21*24 con 0.14.

Tabla 18

Análisis de Multicriterio de Thomas Satty

Producto	Familia de Producto	Ponderación de los productos No conformes	Ponderación de utilización de la capacidad	Ponderación de rentabilidad operacional	Priorización
Rollo 10*15 natural	Bolsa de asa reciclada	0.20	0.10	0.25	0.20
Bolsa de asa 21*24 amarilla	Bolsa de asa reciclada	0.12	0.10	0.16	0.14
Bolsa de asa 21*24 amarilla	Bolsa de asa virgen	0.08	0.10	0.05	0.07
Bolsa de asa 12*16 blanca	Bolsa en rollos	0.16	0.15	0.15	0.15
Rollo 8*12 natural	Bolsa sello fondo	0.18	0.14	0.10	0.11
Cintas Obras amarillo	Bolsa desglosable	0.02	0.02	0.07	0.05
Bolsa 20*30 negro	Bolsa de asa virgen	0.10	0.06	0.03	0.04

Producto	Familia de Producto	Ponderación de los productos No conformes	Ponderación de utilización de la capacidad	Ponderación de rentabilidad operacional	Priorización
Bolsa de asa 21*24 negro	Bolsa de asa virgen	0.05	0.04	0.02	0.03
	Ponderación	0.057	0.295	0.649	

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

A partir del análisis realizado en función de los 3 ratios aplicando la herramienta multicriterio en los 8 productos seleccionados, se concluye que el análisis del proceso productivo será en torno a 2 familias, la familia de bolsas en rollo en el producto 10*15 natural y en la familia de bolsas de asas recicladas en el producto 21*24 amarillo.

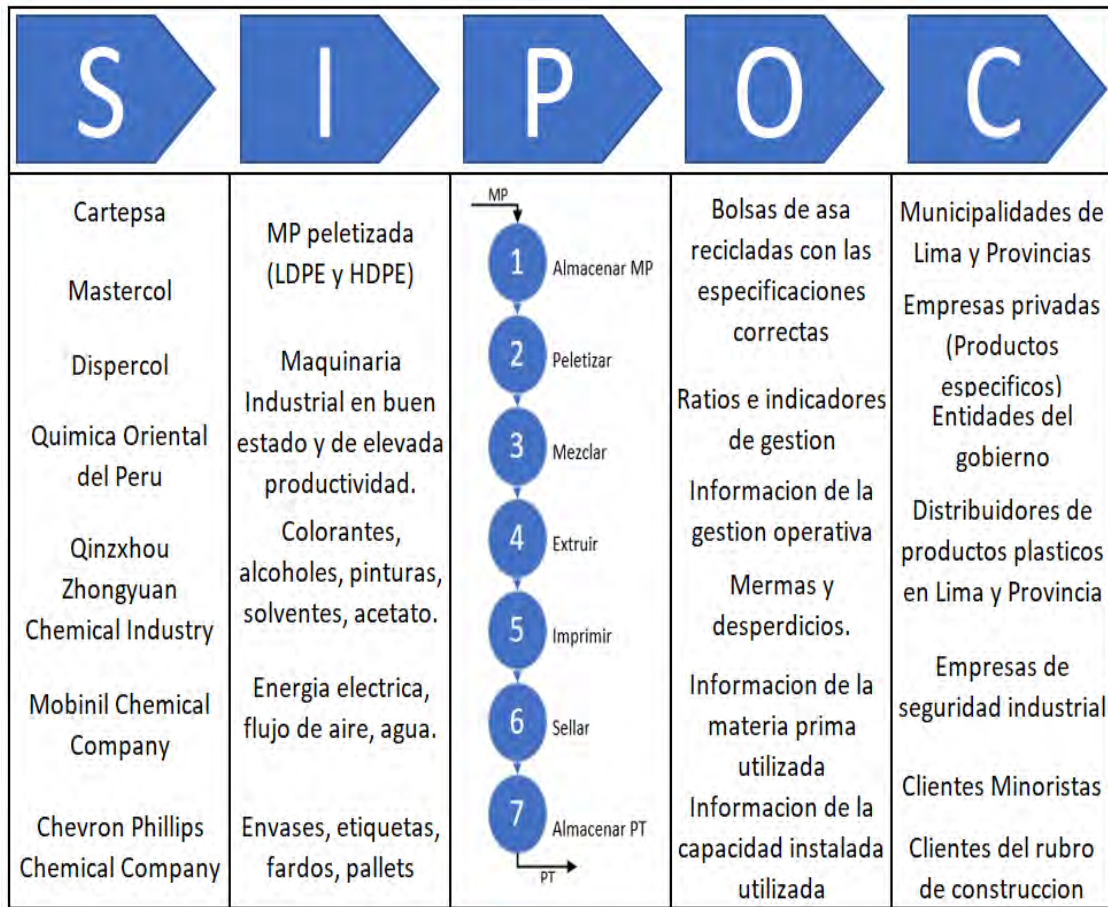
2.5 Análisis del Proceso

El análisis del proceso productivo se hará en función de la familia de las bolsas de asa reciclada con el producto 21*24 amarillo.

2.5.1 Diagrama SIPOC

Se usa esta herramienta para conocer los elementos claves del proceso productivo a través de 5 elementos (proveedores, entradas, subprocesos, salidas y clientes. En la figura 19 podemos notar que los principales proveedores son las empresas que producen granos de polietileno de baja, media y alta densidad de origen chino y americano y las empresas que venden colorantes, y alcoholes con sede en Perú. También observamos que los principales ingresos son la materia prima, las máquinas de alta productividad y los servicios de energía eléctrica y agua. Notamos también el proceso de producción el cual está detallado líneas arriba. Respecto a las salidas se puede observar que se cuenta con productos que cumplen los estándares de calidad, mermas y desperdicios e información del proceso productivo. Por último, los principales clientes de la empresa son entidades del gobierno, distribuidores de Lima y provincias y los clientes minoristas.

Figura 19
Grafica SIPOC



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

2.5.2 Tiempos Operativos

Los tiempos operativos para la producción de un fardo bolsas plásticas varía en función a las dimensiones del producto y la cantidad de bolsas que hay en cada paquete. No olvidar que un fardo de bolsas plásticas contiene una determinada cantidad de paquetes de bolsas plásticas y cada paquete de bolsas plásticas contiene una cantidad de bolsas plásticas. El producto elegido para en análisis es un fardo de bolsas plásticas recicladas amarillas 21*24 amarilla donde cada fardo de bolsas de plástico contiene 20 paquetes de bolsas de plástico y cada paquete de bolsas de plástico contiene 100 bolsas de plástico. En la tabla 19 podemos observar que el tiempo que se necesita para la producción de un fardo de bolsas de asas reciclada 21*24 amarillo considerando la merma y el desperdicio en cada proceso es de 71.35 minutos y que el ratio de operatividad productiva es de 82.31%. No olvidar que la fabricación de las bolsas de asa en el proceso de sellado se hace en la maquina selladora Polimáquinas la cual produce 3 fardos a la vez ya que cuenta con 3 pistas.

Tabla 19*Tiempos operativos para la producción de un fardo de bolsas plásticas*

	Tiempo de Pelerizado	Tiempo de mezclado	Tiempo de Extrusión	Tiempo de sellado
Tiempo total	19.26	18.20	17.38	16.51
Tiempo efectivo	18.20	17.38	16.51	15.85
Merma	4.00%	3.00%	4.00%	4.00%
Desperdicio	1.50%	1.50%	1.00%	0%

*Fuente. Empresa Plast ABC SAC**Elaboración propia***2.5.3 Indicadores de mermas y desperdicios de materia prima.**

Debido a que en cada proceso productivo se genera mermas y desperdicios la materia prima operada en mayor. En la tabla 20, podemos notar que para la fabricación de un fardo de bolsa de asa reciclada 21*24 amarilla que tiene un peso promedio 22 kilogramos se procesan 27.81 kilogramos, es decir que se procesan 5.81 kilogramos demás para obtener un fardo de bolsa de asa reciclada 21*24 amarilla. También se puede observar que de los 27.82 kilogramos procesados, 1.00 kilogramos se pierden como desperdicio y que 4.82 kilogramos se reprocesan como merma.

Tabla 20*Indicadores de mermas y desperdicio*

	Proceso de Peletizado	Proceso de Mezclado	Proceso de Extrusión	Proceso de sellado
MP Ingresas	26.73	25.26	24.12	22.92
MP Sale	25.26	24.12	22.92	22
Merma	4.00%	3.00%	4.00%	4.00%
Desperdicio	1.50%	1.50%	1.00%	0%

*Fuente. Empresa Plast ABC SAC**Elaboración propia***2.5.4 Análisis del costo del Reproceso y Lucro Cesante**

El lucro cesante es el margen operativo que la empresa deja de percibir durante un periodo de tiempo. Este lucro cesante es la suma de la rentabilidad que deja de percibir por el ratio de

productividad que es de 82.31% y el costo del reproceso de materia prima. Este costo de reproceso de la materia prima tiene un valor de S/. 1.20 soles por kilogramo reprocesado, el cual se realiza en el área de peletizado. En la tabla 21 se puede apreciar que el lucro cesante en el periodo de análisis comprendido entre enero-2023 a diciembre-2023 fue de S/. 1,497,999.12 soles en todo el proceso productivo y que el promedio diario es de S/. 4,026.88 soles.

Tabla 21

Análisis del Lucro Cesante

Mes	Ventas en Soles	Promedio de fardos vendidos	Materia Prima Reprocesada en Kilogramos	Costos por reproceso	Rentabilidad Perdida	Lucro Cesante
Ene-23	3,154,618.00	15,773	58,518.16	70,221.80	67,824.29	138,046.08
Feb-23	2,895,863.00	14,479	53,718.26	64,461.91	62,261.05	126,722.96
Mar-23	2,575,724.50	12,879	47,779.69	57,335.63	55,378.08	112,713.70
Abr-23	2,611,413.00	13,057	48,441.71	58,130.05	56,145.38	114,275.43
May-23	3,065,573.50	15,328	56,866.39	68,239.67	65,909.83	134,149.50
Jun-23	3,274,814.50	16,374	60,747.81	72,897.37	70,408.51	143,305.88
Jul-23	2,510,000.00	12,550	46,560.50	55,872.60	53,965.00	109,837.60
Ago-23	2,474,275.50	12,371	45,897.81	55,077.37	53,196.92	108,274.30
Set-23	2,693,830.50	13,469	49,970.56	59,964.67	57,917.36	117,882.02
Oct-23	2,898,899.00	14,494	53,774.58	64,529.49	62,326.33	126,855.82
Nov-23	2,992,282.00	14,961	55,506.83	66,608.20	64,334.06	130,942.26
Dic-23	3,084,862.00	15,424	57,224.19	68,669.03	66,324.53	134,993.56

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

2.6 Identificación de los problemas

El sistema productivo de la empresa Plast ABC SAC cada 12 meses generan una pérdida de S/. 1,497,999.12 soles que es la suma del lucro cesante y la pérdida de la rentabilidad operacional. Ahora se deberá identificar las causas que originan este lucro cesante y este ratio operativo productivo.

2.6.1 Revisión de Hojas de Producción diaria (*Check List*)

Se reviso las observaciones o anotaciones colocadas en los hojas de producción diarias comprendidas en el periodo entre enero-2023 a diciembre-2023. En estas hojas de producción básicamente los operarios anotan las incidencias diarias producidas y el tiempo que se tomó para solucionar cada una de estas incidencias. Al revisar la información se notó que los operarios no clasifican la incidencia en grupos y solo lo especifican, además de colocar el tiempo que romo solucionar esta incidencia. Los tiempos de estas incidencias son muy dispersos, por lo que opto en juntarlos en grupos o categorías.

En la tabla 22 se muestran agrupados las incidencias con mayor a menor frecuencia y también en que proceso ocurrió la incidencia. Como podemos notar las 3 mayores incidencias o problemas son bobinas con fallas, cambio de repuesto y productos que no pasan el control de calidad con 72, 61 y 57 veces cada en los procesos de extrusión y sellado; todos los procesos y Sellado respectivamente.

Tabla 22

Incidencias del Proceso Productivo

Incidencias	Proceso	Cantidad
Bobinas con fallas	extrusión y sellado	72
Cambio de repuesto	Todos los procesos	61
Productos no pasan el control de calidad	Sellado	57
Impresión defectuosa en bobinas	Impresión	31
Error en las mezcla de productos y colorantes	Mezclado	27
Excesivo desperdicio de MP	Peletizado	11
Problemas con un tiempo de reparación superior a 1 día	Todos los procesos	7
Cortes de algún servicio (Enel, Sedapal)	Todos los procesos	5

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

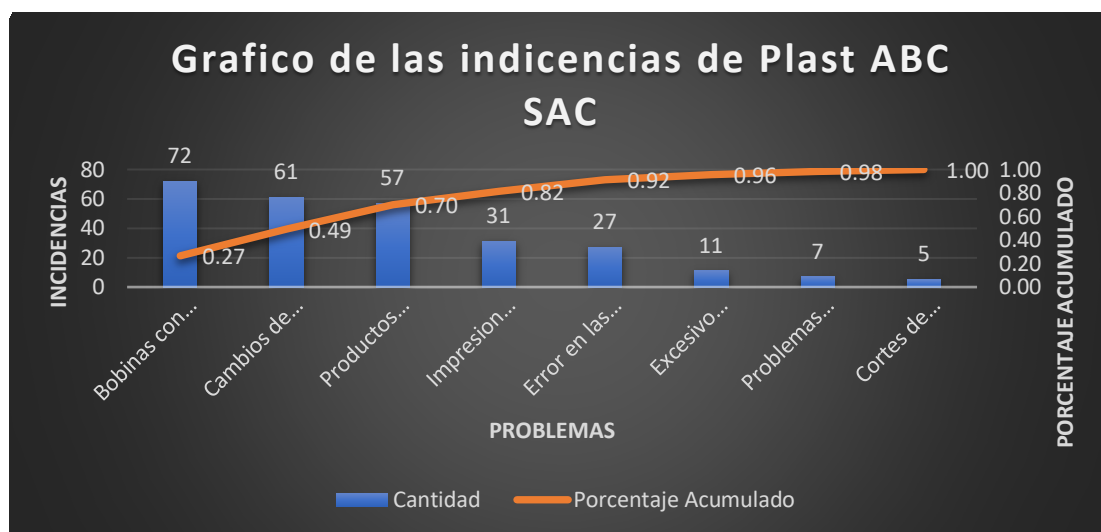
2.6.2 Análisis de Pareto

En base a la información obtenida en las hojas de producción entre los meses de enero-2023 a diciembre-2023 se realizó un análisis con el diagrama de Pareto de los problemas incidencias con frecuencia absoluta y frecuencia porcentual. En la figura 20 podemos notar que, de los 8 incidencias o posibles problemas potenciales, 3 de ellos representan el 70% del total de problemas o incidencias presentadas. Estos 3 problemas potenciales son las bobinas con fallas

con un 27%, impresión defectuosa de las imágenes en las bobinas en el proceso flexográfico con un 22% y productos no pasan el control de calidad con 21%.

Figura 20

Grafica de Pareto



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

2.6.3 Diagrama Causa-Efecto

Para poder encontrar las causas potenciales a los 3 problemas principales se hará un análisis individual de cada uno de ellos usando el diagrama causa-efecto. Esta herramienta permite hallar las causas raíces del problema a partir de la revisión del método de trabajo, maquinas, material, mano de obra, mediciones y medio ambiente.

En la figura 21 se analizó al problema “Bobinas con fallas”, el cual consiste en que las bobinas de plástico tienen algún desperfecto en sus dimensiones, específicamente el espesor el cual varía en todo su largo, lo que conlleva a que cuando esta bobina con fallas ingresa al proceso de sellado, el producto final, es decir las bolsas de asa reciclada 21*24 amarilla presenten problemas de calidad en los sellos de la base y las asas. También pudimos observar que las “Bobinas con fallas” presentan poros y puntos negros en toda su dimensión, esto se debe a que a que las mezclas de materia prima e insumos no son los correctos en cuanto a cantidades o que el material este contaminado. Se pudo observar también que los operarios no se encuentran capacitados, solo los operarios que tienen un antigüedad de más de 3 años conocen los procesos y las actividades que cada proceso conlleva. Esta falta de capacitación en muchos casos ha generado “Bobinas con fallas” debido a que configuran incorrectamente los parámetros de las maquinas (velocidad de motor, temperaturas o flujo de la presión del aire comprimido, etc.)

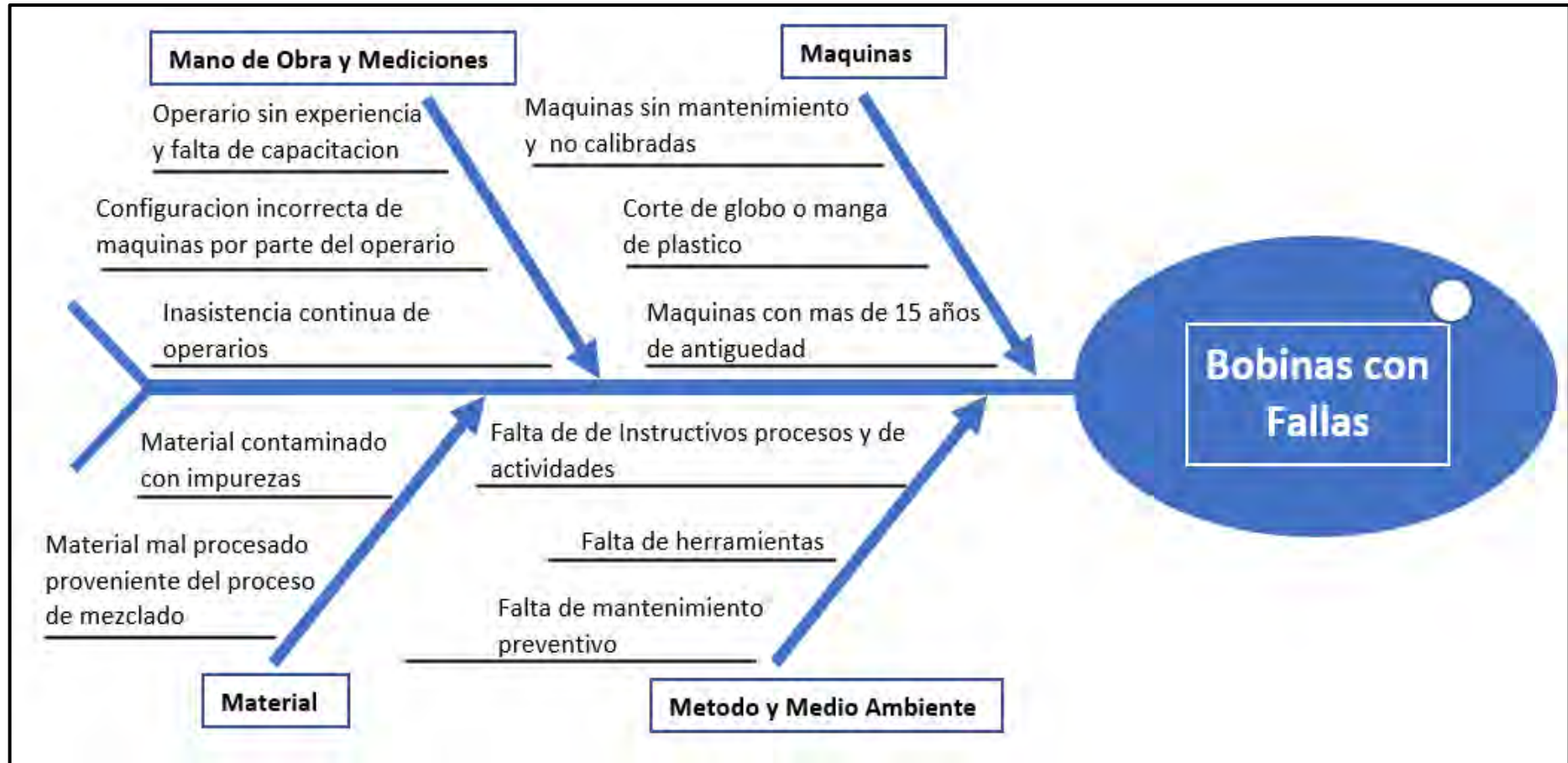
y al casi nulo control de la temperatura y la presión del aire. Respecto a la presión del aire cabe indicar que usan compresores individuales los cuales no llevan un control del purgamiento no de mantenimiento. Finalmente notamos que más del 50% de las máquinas de proceso de extrusión tienen más de 10 años de antigüedad tecnológica.

En la figura 22 se analizó al problema "Impresiones defectuosas", el cual consiste en bobinas con impresiones con manchas, tonos de color muy variables, imágenes impresas corridas o incompletas y no centradas, etc. Las impresiones con manchas se generan debido a que los rodillos, piñones o clichés se encuentran desgastados o faltos de mantenimiento. Los tonos de color muy variables se generan por la equivocación de los operarios al combinar las pinturas, alcoholes y acetatos. También se pudo observar que los espacios de trabajo cuentan con áreas reducidas lo que no permite el libre flujo de las operaciones y actividades. Finalmente se averiguó que las máquinas de impresión o flexográficas cuentan con una antigüedad de más de 15 años.

En la figura 23 se analizó al problema "Productos NO conformes", el cual consiste en que las bolsas de asa reciclada 21*24 amarillo que no pasan el control de calidad. Entre las fallas más comunes se cuenta con que el producto no cuenta con las dimensiones correctas (largo y ancho en centímetros) tanto el cuerpo de la bolsa como las asas de la bolsa. Otra falla común es que los sellos de las bolsas se rompen con facilidad y no soportan el peso mínimo necesario. Las bolsas de asa 21*24 deben soportar 10 kilos en promedio. Se pudo notar que en el área de sellado hay una alta rotación de personal, sumado a la falta de capacitación conlleva a obtener productos envasados de forma diferente. Se observó que las máquinas de sellado tienen una antigüedad menor a 4 años y a la fecha no cuentan con un mantenimiento preventivo total, solo el cambio de algunas piezas como tablas de cortes, cuchillas o repuestos cuando se requiera

Figura 21

Grafica de Causa- Efecto del problema "Bobinas con Fallas"



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Figura 22

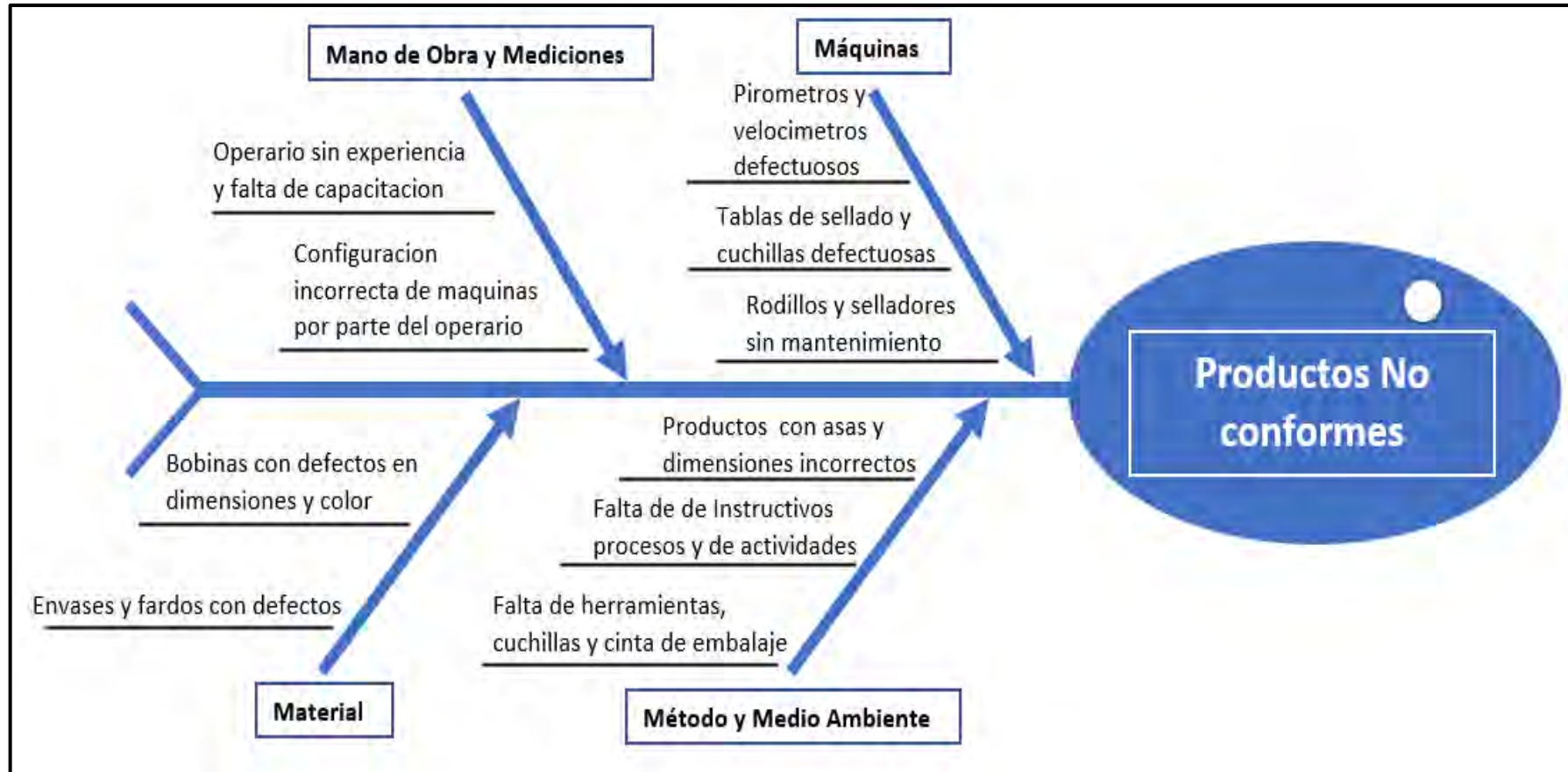
Grafica de Causa- Efecto del problema "Impresiones Defectuosas"



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Figura 23

Grafica de Causa- Efecto del problema "Productos NO conformes"



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

2.6.4 Árbol de fallos (Causas raíz o potenciales)

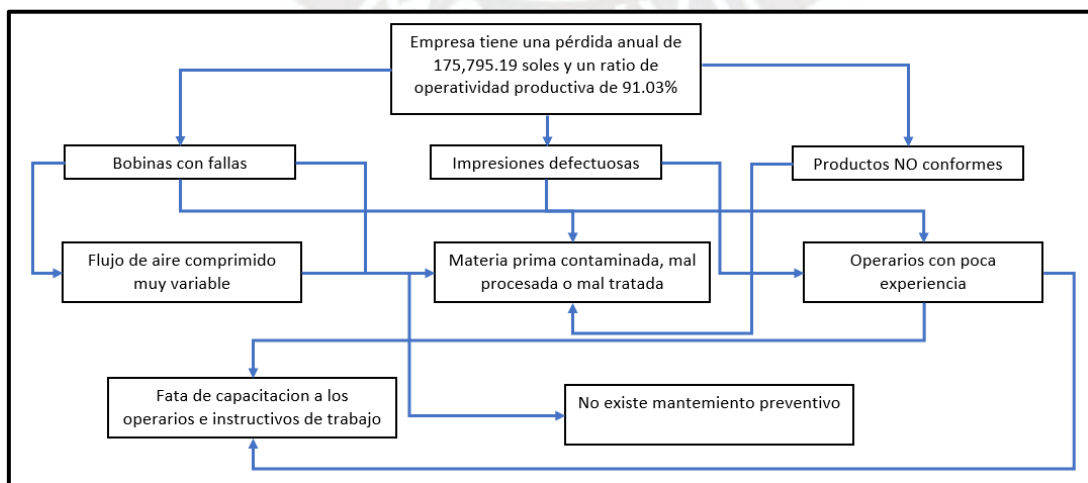
Una vez hallado las causas principales de cada problema analizado, se realizará un cruce de estas causas a través del árbol de fallas o árbol de problema para averiguar las causas raíz o potenciales. En la figura 24, mediante el árbol de fallas, al hacer un cruce de los 3 problemas potenciales, se pudo concluir que las 3 raíces de causas del porque se originan estos 3 problemas son la falta de mantenimiento preventivo, el flujo variado de aire comprimido y la falta de capacitación de los operarios. Para darle solución al problema se implementará una serie de 3 medidas o planes de mejora, las cuales son:

- Se implementará un sistema de aire comprimido a través de un tubos metálicos y un tablero de control, el cual alimentará a todas las máquinas que usen aire comprimido con las cantidades y presión requeridas en los momentos que las maquinas lo requieran.
- Se desarrollará un plan de capacitación a todos los trabajadores el cual será medido cada 3 meses, liderado por el jefe de operaciones y supervisado por el coordinador de producción y calidad.
- Se implementará el plan de mantenimiento preventivo en el área de mantenimiento preventivo el cual será liderado por el gerente general y supervisado por el jefe de operaciones.

Se espera que, al darle solución a estas 3 raíces o causas potenciales, el lucro cesante disminuya en 50% y el ratio de operatividad productiva se incremente de 82.31% a 90.00%

Figura 24

Grafica de Árbol de Fallos (Causas raíz o potenciales)



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

CAPÍTULO 3. TRATAMIENTO DE LA METODOLOGIA

En el capítulo 2, Después de que se realizó un análisis exhaustivo en la empresa Plast ABC SAC, tanto del proceso operativo como del proceso comercial, se pudo diagnosticar y luego identificar los dos grandes problemas que presenta actualmente la empresa, los cuales son:

- Genera una pérdida anual de S/. 1,497,999.12 soles.
- Tiene un ratio de operatividad productiva de 82.31%.

Luego de se identificó estos grandes problemas, la empresa Plast ABC SAC fijo como metas reducir el lucro cesante en 40% y aumentar el ratio de operatividad productividad en 5.0%. Para lograr estas metas se desarrollará a detalle cada contramedida para eliminar las causas potenciales encontradas luego del análisis y diagnóstico.

En este capítulo, tratamiento de la metodología, se continuará con la siguiente fase (Fase Hacer) que permite exponer las acciones y contramedidas que impacten en las causas potenciales identificadas, posteriormente la siguiente fase (Fase Verificar) que es verificar que la propuesta cumpla la función de mejora del proceso, y finalmente la última fase (Fase Actuar) que es proponer medidas para asegurar la sostenibilidad de lo puesto en marcha previamente.

3.1 Acciones y Contramedidas a Implementar en Plast ABC SAC

Luego de realizar un cruce de toda la información tanto en el análisis como en el diagnóstico, se pudo identificar las causas potenciales que generan estos dos grandes problemas, los cuales son:

- Las bobinas en el área de extrusión con fallas, bobinas con impresiones defectuosas dentro del área de impresión o flexográfica y productos NO conformes dentro del área de sellado, tienen como causa potencial de origen a que el flujo de aire es muy variable ya que no cuentan con un sistema de aire estándar único para todo el sistema productivo. Cada máquina productiva dentro de todo el proceso cuenta con un compresor de aire comprimido el cual cuenta con un parámetro único de presión.
- Las bobinas con impresiones defectuosas dentro del área de impresión o flexográfica y productos NO conformes dentro del área de sellado, se generan por la falta de capacitación a los empleados dentro del área productiva.
- Las bobinas en el área de extrusión con fallas, bobinas con impresiones defectuosas dentro del área de impresión o flexográfica y productos NO conformes dentro del área de sellado, se originan por el nulo mantenimiento preventivo. La empresa Plast ABC SAC actualmente solo realiza el mantenimiento correctivo y este es incipiente y muy básico.

3.1.1 Implementación de un sistema de aire comprimido

Para poder lograr las metas trazadas, la empresa Plast ABC SAC como primera medida implementará un sistema de aire comprimido el cual está conformado por tuberías de metal, compresores de aire, tanques o acumuladores de aire, secadores refrigerados y un tablero de control; el cual reemplazará a las máquinas compresoras de aire independiente actuales que tiene la empresa. La razón por la cual se cambiará las máquinas compresoras actuales por un sistema de aire comprimido es poder controlar la humedad del aire comprimido a través del control de la temperatura de rocío ya que si se controla el punto de rocío, el sistema productivo

3.1.1.1 Situación Actual

La empresa Plast ABC SAC proporciona aire comprimido a toda el área productiva a través de máquinas compresoras de aire independiente propias. Estas máquinas compresoras usualmente se encuentran al costado de cada máquina que forma del parte del proceso y están conectadas a puntos de energía eléctrica a través de extensiones eléctricas elaboradas de cable vulcanizado y conectadas a las máquinas productivas a través de mangueras de polietileno. Las características operativas de cada una de estas máquinas compresoras de origen chino en su mayoría son:

- La capacidad del tanque varía entre 25- 40 litros.
- La potencia máxima 3 HP- 5HP , mientras que la potencia nominal de 2HP – 4 HP.
- La tensión es de 220 voltios con una unidad de frecuencia de 60 Hercios.
- La presión máxima varia 116 PSI – 135 PSI.
- Las dimensiones aproximadas de cada máquina compresora es de 33 cm x 61 cm x 52 cm y un peso aproximado de 22.5 Kg.

3.1.1.1.1 Máquinas compresoras dentro del área operativa

Dentro del área operativa de la empresa Plast ABC SAC, las áreas de peletizado, extrusión, impresión y filmografía o impresión cuentan con diversas máquinas compresoras independientes. En la tabla 23 se describe la cantidad de máquinas productivas que contiene cada área productiva, así como la cantidad de máquinas compresoras independientes que contiene cada una de estas áreas. El área de peletizado cuenta con 2 máquinas productivas de gran capacidad operativa por lo que necesitan para su correcto funcionamiento compresores independientes que las alimenten de aire comprimido constantemente.

El área de extrusión cuenta con 14 máquinas productivas cuyas capacidades operativas varían entre pequeña, mediana y grande, esto según las dimensiones de la bobina a fabricar. Las

máquinas operativas de mediana y alta capacidad operativa necesitan cada una de ellas máquinas compresoras independientes, mientras que las máquinas operativas de pequeña capacidad operativa pueden compartir la máquina compresora de aire. El área de impresión o flexografía cuenta con dos máquinas productivas, una para fabricación de impresiones en las bobinas y otra para la fabricación de cintas de seguridad industrial. De las dos máquinas que cuenta el área de impresión, la que necesita más aire comprimido es la que fabrica las cintas de seguridad industrial debido a la rapidez con las que se fabrica ya que al momento de hacer la carga y descarga de las cintas se necesita aire comprimido. Finalmente, el área de sellado cuenta con 14 máquinas productivas y solo siete máquinas compresoras, esto se debe a que el aire comprimido en esta área solo se usa para mantener constante los fuelles de las bolsas de asa, dimensiones de las bolsas de sello fondo y el bobinado correcto de las bolsas en rollo.

Tabla 23

Número de máquinas compresoras por área operativa

Área	# de máquinas productivas	# de máquinas compresoras
Área de Peletizado	2	2
Área de Extrusión	14	10
Área de Impresión	2	2
Área de Sellado	14	7

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

3.1.1.1.2 Costos generados por las compresoras dentro del área operativa

Las máquinas compresoras independientes generan un costo mensual por el uso realizado en cada área operativa. Este costo proviene de dos conceptos, el primero es el consumo de kilo Watts Hora (KWH) y el segundo se origina por el costo promedio de mantenimiento mensual. Este costo de promedio de mantenimiento mensual esta dado por conceptos de cambios de repuesto como manómetros, reductores de presión, presostato, válvulas de escape, filtros de aire, etc.

En la tabla 24, podemos apreciar la cantidad de KWH mensualmente que consume cada compresora de aire comprimido en cada área operativa. Tener en cuenta que las máquinas compresoras de aire comprimido no están operativas la misma cantidad de horas que las

máquinas productivas de cada área. Las máquinas compresoras de aire en promedio solo operan 6 horas diarias en cualquier área en promedio. Las máquinas compresoras en conjunto que están ubicadas dentro del área operativa consumen en promedio mensualmente 4368 KWH. El costo del KWH en promedio tiene un valor de S/.0.22 soles por KWH.

La empresa Plast ABC SAC, obtiene el costo promedio del mantenimiento de las máquinas de aire comprimido, cuyo valor es el 10% del costo del consumo energético. En promedio el costo generado por las máquinas compresoras de aire comprimido mensualmente, dentro del área operativa, ascienden a un valor de S/. 5,704.04 soles.

Tabla 24

Costos generados por las máquinas compresoras por área

Área	# de máquinas productivas	# de máquinas compresoras	KW usados mensualmente	Costo Promedio de Mantenimiento Mensual	Costo Promedio de Energía Eléctrica	Costo Total
Área de Peletizado	2	2	1,560	68.64	686.4	755.04
Área de Extrusión	14	10	1,248	274.56	2,745.6	3,020.16
Área de Impresión	2	2	780	34.32	343.2	377.52
Área de Sellado	14	7	780	120.12	1,201.2	1,321.32

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

3.1.1.1.3 Análisis de las variables de las compresoras actuales

La función principal de las máquinas compresoras independientes es poder alimentar de aire comprimido a las máquinas productivas de cada área productiva. La gran deficiencia de usar estas máquinas compresoras independientes es que el aire comprimido generado que es húmedo es variable en cada una de ellas, por lo tanto, en cada proceso productivo también es variable y al ser independientes y no contar con un sistema de control, no se puede supervisar ni mantener constante la temperatura de humedad del aire comprimido, por ende, tampoco el punto de rocío del aire comprimido. Este aire comprimido húmedo no es óptimo para el proceso

productivo porque genera materia prima contaminada en el área de peletizado, bobinas con fallas en el área de extrusión, bobinas con impresiones corridas en el área de flexografía o impresión y finalmente productos no conformes en el área de sellado. Para poder medir la humedad del aire comprimido se procedió a medir la temperatura del aire comprimido con la cual se puede punto de rocío del aire comprimido que genera cada maquina compresora mediante un sensor especializado, llamado termohigrómetro.

Para poder analizar si las medias de las temperaturas de humedad del aire comprimido que se usan para obtener el punto de rocío, en grados centígrados, son iguales en todas áreas del proceso productivo, se realizó una prueba de análisis de las medias mediante una prueba ANOVA. En la tabla 25, vemos el resumen de la muestra que se hizo entre los meses de septiembre 2024 y octubre 2024. Como podemos observar, se hizo una muestra de 30 días en las áreas de peletizado, área de extrusión, área impresión o flexografía y área de sellado. En cada área con la muestra obtenida se obtuvo la suma de las temperaturas de humedad del aire comprimido, el promedio de las temperaturas de la humedad del aire comprimido obtenida y la varianza de la temperatura de la temperatura de la humedad del aire comprimido. Si analizamos cada área de forma independiente, notamos que las medias y las varianzas de cada área son diferentes. Este análisis no es concluyente ya que se debe hacer un análisis cruzado entre las áreas. También podemos concluir del análisis individual, que las medias obtenidas en cada muestran de cada área productiva de la temperatura de la humedad del aire comprimido es mayor a la común que es 13.7 °C.

Tabla 25

Muestra de prueba de Análisis de ANOVA

Grupos	Muestra	Suma	Promedio	Varianza
Área de Peletizado	30	453.6	15.12	3.363
Área de Extrusión	30	433.58	14.45	2.065
Área de Impresión	30	419.49	13.98	1.442
Área de Sellado	30	428.65	14.28	1.721

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

Con la data obtenida, se realizó una prueba ANOVA, primero planteando las hipótesis nula y alternante. La hipótesis nula indica que las medias de la temperatura del aire comprimido de

todas las áreas productivas son iguales, mientras que la hipótesis alternante indica alguna de las media de la temperatura del aire comprimido de todas las áreas productivas son diferentes.

Hipótesis Nula $U_{\text{peletizado}} = U_{\text{extrusión}} = U_{\text{impresión}} = U_{\text{sellado}}$

Hipótesis Alternante $U_{\text{peletizado}} \neq U_{\text{extrusión}} \neq U_{\text{impresión}} \neq U_{\text{sellado}}$

En la tabla 26 se muestra el resumen del análisis de la prueba ANOVA, donde apreciamos que el valor de $F = 3.22$ es mayor que el valor crítico de $F = 2.68$, con lo que se concluye que se rechaza la hipótesis nula, es decir la media de las temperaturas de humedad del aire comprimido de las áreas son diferentes entre sí. Si analizamos el P-Valor notamos que este valor $P = 0.025$ es menor a 0.05 por lo que se puede concluir también que se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 26

Resumen del Análisis de la prueba ANOVA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	20.779	3	6.926	3.224	0.025	2.682
Dentro de los grupos	249.169	116	2.148			
Total	269.949	119				

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

3.1.1.2 Situación Propuesta

Como hemos podido notar hasta ahora por el análisis realizado en la empresa Plast ABC SAC, la media de la temperatura de humedad del aire comprimido es diferente en las diversas áreas productivas y la vez esta temperatura de humedad es superior a los 13°C . Para que el área de productiva incremente su ratio de productividad en 5% se debe implementar un sistema único de aire comprimido en toda la planta de operaciones. Lo que se propone es implementar un sistema único de aire comprimido en toda la planta de operaciones la cual estar ubicada en una zona aislada (ultimo nivel de la planta de operaciones), el cual suministrará de aire comprimido a toda la planta de operaciones a través de tubos metálicos. Se dice que este sistema de aire comprimido es único porque el diseño e instalación de este sistema se basa en los requerimientos solicitados por la empresa Plast ABC SAC.

3.1.1.2.1 Sistema de aire comprimido estándar propuesto

Los beneficios de implementar este sistema único de aire comprimido son:

- Calidad de aire y filtración, el aire comprimido que genera este sistema tiene una temperatura de humedad la cual varía entre 6°C a 12°C. Contar con un aire comprimido con menor temperatura, permitirá que el ratio de operatividad se incremente. Además, este sistema único de aire comprimido cuenta con un sistema de filtración que permite mantener en un rango de valores la temperatura de humedad del aire comprimido.
- Eficiencia energética y control, el aire comprimido generado y suministrado por este tipo de sistemas son más eficientes en el uso de energía eléctrica, ya que genera aire comprimido según los rangos requeridos, según la producción requerida, con un menor consumo de energía.
- Red de tubería y distribución óptima, Este sistema único de aire comprimido cuenta con una tubería de metal, el cual reduce las pérdidas de presión. Además, utilizar materiales de alta calidad y asegurar conexiones sin fugas es crucial para mantener la integridad del sistema y reducir los esfuerzos de mantenimiento. Este sistema es aire comprimido es fácil de adaptar ya que usualmente las tuberías son instaladas vía aérea y si se necesitase un punto de acceso adicional para suministro de aire comprimido es fácil de implementarse.
- Ventilación y disipación del calor y mitigación del ruido, los compresores de aire comprimido pueden generar ruido y calor durante su funcionamiento, lo que puede afectar el entorno circundante y el lugar de trabajo. Este sistema de aire comprimido único permitirá la reducción de ruido y calor ya que se encontrará alejado de la zona del área productiva lo que permitirá mitigar los niveles de ruido y calor y mejorar el entorno de trabajo.
- Disminución del área requerida del sistema, un correcto diseño e instalación de este sistema único de aire comprimido permitirá el correcto funcionamiento de este, además si en un futuro se le quiere hacer modificaciones, estas se podrán hacer sin complicaciones. Por último, un entorno estrecho y desordenado puede dificultar las tareas de mantenimiento, hacer que las inspecciones sean complicadas y, potencialmente, generar riesgos de seguridad.

3.1.1.2.2 Diseño del sistema de aire comprimido estándar propuesto

La empresa Plast ABC SAC desea implementar un sistema de aire comprimido estándar para todo su sistema productivo. Los requerimientos solicitados por Plast ABC SAC son:

- Sistema completo de aire comprimido, el cual pueda generar y almacenar 1250 litros de aire comprimido. La instalación del sistema de aire comprimido estará ubicada en el último nivel de la planta de operaciones.
- 102 metros de tubería de metal, la cual será distribuida en toda la planta productiva ubicada en el primer nivel. La red de tuberías será instalada por vía aérea mediante sujetadores de metal.
- La empresa proveedora también debe tener la capacidad de realizar la edificación civil necesaria para la instalación necesaria del sistema de aire comprimido.
- La empresa proveedora que realice la instalación del sistema de aire debe brindar tanto el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo, el cual debe ser inmediato con un tiempo de respuesta no mayor a un día.

3.1.1.2.3 Costos del sistema de aire comprimido estándar propuesto

En el mercado peruano existen varias empresas que diseñan e implementan estos sistemas únicos de aire comprimido. La empresa Plast ABC SAC solicitó la cotización a tres empresas líderes en el rubro cuya diferenciación es el costo de equipos, el tiempo de instalación, el tiempo de respuesta ante algún imprevisto y la gestión del mantenimiento de equipos.

En la tabla 27, podemos observar las tres cotizaciones presentadas a Plast ABC SAC por estas empresas. Como podemos notar, respecto al costo de los equipos los precios son similares entre los 3 proveedores. Cabe señalar que los 3 proveedores han realizado la cotización con máquinas importadas del mismo país de origen, China, y que todos los proveedores cuentan con stock.

Respecto a la red de tuberías, los 102 metros de tubería en todos los proveedores tiene un costo promedio de 100 dólares. Todos los proveedores cuentan con tubos de metal de las mismas características. Respecto al costo de instalación, este incluye el transporte de los equipos y la red de tubería, la edificación civil necesaria para la instalación y la instalación de la red de tuberías vía aérea. Respecto al mantenimiento, todos los proveedores brindan el servicio de mantenimiento preventivo, el cual consiste en realizar una visita quincenal para la revisión de todo el equipo, de las tuberías y del tablero de control. Si tuviese que realizar un mantenimiento correctivo, es un costo adicional. Por último, los tiempos de instalación de los proveedores 1, 2 y 3 son 30, 35 y 30 días respectivamente.

Las cotizaciones de los proveedores 1, 2 y 3 son US\$ 88,500; US\$ 90,500 y US\$ 92,500; mientras que los tiempos de instalación son 2, 2.5 y 2 meses respectivamente. La empresa Plast ABC SAC optó por elegir al proveedor 2 que si bien es cierto no es el de menor costo, los 35 años de experiencia lo avalaban respecto a los demás proveedores.

Tabla 27*Resumen de la cotización*

Rubro	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3
Equipos (US\$)	60,000	62,500	61,000
Red de Tuberías (US\$)	15,000	14,500	16,500
Instalación (US\$)	10,000	9,500	11,000
Mantenimiento Anual (US\$)	3,500	4,000	4,000
Tiempo de Instalación (meses)	2	2.5	2

*Fuente. Empresa Plast ABC SAC**Elaboración propia*

3.1.2 Desarrollo de un plan de capacitación al personal operativo

Para poder lograr las metas trazadas, la empresa Plast ABC SAC como segunda medida desarrollará un plan de capacitación para todo el personal operativo con el objetivo de formar operarios polivalentes. El operario polivalente es aquel capaz de poder realizar varias tareas y actividades productivas de no son parte de las actividades de su puesto de trabajo, es decir si el operario X se ausento un día, cualquier operario realizara sus funciones operativas sin ningún contratiempo con la misma eficiencia operativa. Para lograr implementar esta medida, la empresa Plast ABC SAC realizará lo siguiente:

- Medir el ratio de polivalencia actual.
- Desarrollar un plan de capacitación el cual será liderado por el jefe de operaciones.
- Capacitar al personal operativo, esta actividad lo hará el asistente de RRHH.

3.1.2.1 Situación Actual

Como sabemos, la empresa Plast ABC SAC realiza todo el proceso productivo para la elaboración de sus 2 líneas de productos, la primera que son las bolsas de asa virgen y reciclada, rollos, sellos fondo y desglosable y la segunda que son las cintas de seguridad industrial. En el proceso productivo actual, cada proceso genera un porcentaje de merma y un porcentaje de desperdicio, los cuales se notan en los productos intermedios con fallas como lo son: el pelex contaminado, la materia prima contaminada, bobinas con fallas, bobinas impresas choreadas y productos NO conformes. Todos estos productos generados en el proceso productivo se deben en gran parte por la inexperiencia de los operarios.

En la tabla 28, mostramos el resumen de cada proceso productivo, el porcentaje de la merma y desperdicio que se genera, la cantidad de operarios que hay en cada parte del proceso productivo y el tiempo promedio que antigüedad laboral por área. Se puede observar que en el área de peletizado se cuentan con seis operarios y que este proceso cuenta con una máquina peletizadora de alta capacidad productiva. También podemos notar que este proceso actualmente genera un porcentaje de merma de 4.0% y un porcentaje de desperdicio 1.5%. En este proceso, el porcentaje de merma se genera por pelex contaminado el cual se puede recuperar como materia prima para bolsas de asa reciclada y bolsas de sello fondo color negro, mientras que el desperdicio se genera por el polietileno quemado proveniente del terminal del husillo el cual ya no se puede recuperar en el proceso productivo. El promedio de años de antigüedad de los operarios del área de peletizado es de 1.3 años. La alta rotación del personal operativo en esta área se debe a 2 razones principales, la primera es porque algunos operarios pasan a otras áreas productivas y la segunda es porque algunos operarios no soportan la temperatura de trabajo del área, ya que como habíamos descrito, la máquina de peletizado trabajaba en promedio a una temperatura de 220 °C.

En el proceso de mezclado, se cuentan con seis operarios, ya que se cuentan con tres máquinas mezcladoras. El porcentaje de merma en este proceso es de 3.0%, mientras que el porcentaje de desperdicio es de 1.5%, ya que toda la materia prima contaminada (material que no cumple las características para la fabricación de un lote de producción) es usado como materia prima para bolsas de asa reciclada o bolsas de sello fondo. La materia prima que cae al piso cuando realizan el proceso de mezclado es recuperado haciendo actividades de cernido para quitarle las impurezas. El promedio de años de antigüedad de los operarios del área de mezclado es de 1.5 años y esto se debe a que en los operarios productivos se genera fatiga muscular debido a la actividad rutinaria constante del pesado de la materia prima.

En el proceso de extrusión, se cuentan con ocho operarios, ya que se cuentan con 14 máquinas extrusoras, las cuales son de origen chino o brasileño. El porcentaje de merma en este proceso es de 4.0%, el cual se genera en mangas de polietileno cuando se intenta levantar el globo de extrusión. Mientras que el porcentaje de desperdicio es de 1.0%, y este se genera por polietileno solido que proviene del adaptador de los husillos de las extrusoras y del polietileno quemado proveniente de los cabezales de la extrusora. Toda la merma generada en este proceso es usada como materia prima para bolsas de asa reciclada o bolsas de sello fondo color negro. El proceso también genera bobinas con fallas que son productos intermedios que deben pasar o al área de extrusión o al área de impresión o flexografía. Las bobinas con fallas son productos que no

cumplen las características de color, medidas (ancho de fuelles, ancho de la manga), color y densidad lineal.

El promedio de años de antigüedad de los operarios del área de extrusión es de 1.8 años, siendo el área con el menor índice de rotación con 0.29. Entre las enfermedades laborales generadas en este proceso productivo tenemos la fatiga muscular, lumbalgia o tendinitis. En el proceso de impresión o flexografía, se cuentan con dos operarios, ya que se cuentan con dos máquinas impresoras o flexográficas, ambas de origen chino. El porcentaje de merma en este proceso es de 2.5%, el cual se genera en mangas de polietileno impresas defectuosas cuando se intenta alinear la manga productiva en el tuco de salida. Mientras que el porcentaje de desperdicio es de 1.0%, y este se genera por mangas de polietileno con pintura chorreada. Toda la merma generada en este proceso es usada como materia prima para bolsas de asa reciclada o bolsas de sello fondo color negro. El proceso también genera bobinas con impresiones descentradas o incompletas que son productos intermedios que deben pasar o al área de selladas, las cuales son detectadas en el proceso de sellado cuando se inicia la producción. El promedio de años de antigüedad de los operarios del área de impresión es de 1.1 años, siendo el área con el mayor índice de rotación con 0.42. El alto índice de rotación se debe a que los operarios no aguantan el olor de los alcoholes, acetatos y pinturas que se usan como materia prima en esta área. Actualmente el área operativa cuenta con espacios ventilados pero a pesar de esto se generan enfermedades laborales como dolor de cabeza y tendinitis

En el proceso de sellado, se cuentan con 30 operarios, ya que se cuentan con 12 máquinas selladoras, las caes son de origen brasileño. El porcentaje de merma en este proceso es de 4.0%, el cual se genera al darle la forma a las asas de las bosas de plástico virgen y reciclada, también se genera esta merma cuando se mide el peso de los rollos y por último en la fabricación de bolsas desglosables. En este proceso, el porcentaje de desperdicio es de 0.0%, ya que nada de bota y todo se reutiliza como materia prima según el producto que genera esta merma, Por ejemplo si la merma proviene de bolsas de asa color rojo, esta merma se paletizará y usará como materia prima para bolsas de asa color rojo. El proceso también genera Productos NO conformes que son productos finales, los cuales son detectados en el proceso de control de calidad o por los clientes cuando estos son detectados. El promedio de años de antigüedad de los operarios del área de extrusión es de 1.7 años, siendo una de las áreas con el menor índice de rotación. Entre las enfermedades laborales generadas en este proceso productivo tenemos la fatiga muscular y la tendinitis como enfermedades con mayor incidencia.

Tabla 28*Productos intermedios con falla por área productiva*

Área	# de Operarios	% de merma	% de desperdicio	Productos con fallas	Años de antigüedad por área en años	Índice de rotación
Peletizado	6	4.5	1.75	Pelex contaminado	1.3	0.31
Mezclado	6	3.5	1	Materia Prima contaminada	1.5	0.35
Extrusión	8	4	1	Bobinas con fallas	1.8	0.29
Impresión	2	2.5	1	Bobinas con impresiones chorreadas	1.1	0.42
Sellado	30	7	0	Productos NO conformes	1.7	0.33

*Fuente. Empresa Plast ABC SAC**Elaboración propia***3.1.2.1.1 Análisis de la Capacitación Operativa a los Operarios**

Según estudios realizados, el índice de rotación del operarios en procesos productivos de productos tangibles en el Perú es en promedio del 20%. La empresa Plast ABC SAC tiene una tasa del 34% del índice de rotación como se observa en la tabla 29, siendo la tasa más alta en los últimos tres años. Un operario renuncia a la empresa Plast ABC SAC en promedio a los 90 días o 3 meses. Se analizaron los factores por los que Plast ABC SAC tiene una alta tasa de rotación de personal, los cuales son:

Tabla 29*Índice de rotación del área productiva*

	Cantidad Inicial de Operarios	Cantidad Final de Operarios	Cantidad de empleados que renunciaron	Índice de Rotación
2021	48	52	14	0.28
2022	52	54	14	0.26
2023	54	53	18	0.34

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

- Condiciones laborales. Plast ABC SAC en la actualidad realiza sus operaciones en el área productiva en hasta 2 turnos de 12 horas cada uno. Como notamos en la tabla 30, las áreas productivas cuentan con hasta 2 turnos, el primero de 7 am a 7 pm y el segundo de 7 pm a 7 am. Las únicas áreas que cuentan con 2 turnos son las áreas de peletizado y de extrusión. Los turnos laborales de 12 horas generan mucha fatiga muscular ya que muchas de las tareas y actividades que realiza el operario son de abastecimiento a las máquinas, doblado y envasado de bolsas, pesado de fardos, etc. Estas diferentes actividades hacen que un operario renuncie al trabajo.

Tabla 30

Horas de trabajo en el área productiva

Área	# de turnos diarios	# de horas por turno
Peletizado	2	12
Mezclado	1	12
Extrusión	2	12
Impresión	1	12
Sellado	1	12

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

- Condiciones económicas. Plast ABC SAC cuenta con salarios y beneficios de acuerdo a ley. Como los turnos laborales son de 12 horas, se generan horas extras las cuales son pagados según lo estipulado por las leyes laborales. El rango de sueldos de los operarios en el área productiva varía entre los 1700 soles a los 2300 soles.
- Condiciones ambientales. Plast ABC SAC cuando contrata a un operario, le entrega un Equipo de Protección Personal (EPP) según sea el área productiva donde trabajará (tapa oídos, casco, botas punta de acero, uniforme, faja y guantes) y un casillero para que guarde sus pertenencias.

3.1.2.1.2 Análisis de la Polivalencia de Operarios

En Plast ABC SAC, se realizó un análisis de la polivalencia a los operarios de cada área productiva. El objetivo de este análisis es poder saber la capacidad que tienen los operarios de un área productiva para realizar de forma correcta las funciones del área. Se mostrará el análisis de polivalencia a detalle del área de extrusión. En el área productiva de extrusión, se cuenta con ocho operarios, cuatro en cada turno, de los cuales dos son maquinistas (operarios de maquina) y seis ayudantes que realizan diversas actividades. En la tabla 31 observamos los niveles definidos para calcular el ratio de polivalencia del área. Como observamos, se definieron cuatro niveles los cuales se describirán brevemente a continuación. El nivel 1, necesita capacitación para dicha tarea, donde el operario puede realizar solo algunas actividades esto debido a su poca experiencia o porque no fue capacitado. El nivel 2, está capacitado básicamente para una determinada tarea, si el operario está capacitado básicamente es porque realizó con mucha frecuencia esta actividad y no porque haya sido capacitado previamente. A pesar de poder realizar la actividad laboral, su trabajo tiene que ser supervisado. El nivel 3, está calificado y no necesita ayuda, donde el operario puede realizar la actividad laboral sin supervisión. Finalmente el nivel 4, experto en la actividad y puede capacitar, donde el operario puede realizar la actividad sin problemas y también puede capacitar a otros operarios. Los operarios de Nivel 4 son los dos operarios maquinistas.

Tabla 31

Criterios de ponderación para polivalencia

Nivel	Definición
Nivel 1	Necesita capacitación para dicha tarea
Nivel 2	Está capacitado básicamente para dicha tarea
Nivel 3	Está calificado y no necesita ayuda
Nivel 4	Experto en la tarea y puede capacitar

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

Las actividades y tareas realizadas en el área de extrusión se agruparon en procesos, los cuales son:

- Ajuste de parámetros (P1). En este proceso se realizan actividades como calibración de parámetros como la temperatura y presión, revisión de las dimensiones de los fuelles de la manga y control de calidad de la densidad de la manga de polietileno.

- Cambio de cabezal (P2). En este proceso se realizan actividades como el cambio de cabezal, levantamiento de la película de polietileno, calibración del globo de polietileno y cambio de mallas.
- Retiro de bobina con manga de polietileno (P3). En este proceso se realizan actividades como retiro de la bobina con manga de polietileno, colocación de tucos vacíos y embobinado de nuevas bobinas.
- Llenado de tolva (P4). En este proceso se realizan actividades como traslado de materia prima del área de mezclado, llenado de la tolva de las extrusoras con materia prima y llenado y pesaje de las mermas y desperdicios en sacas.
- Pesado y paletizado (P5). En este proceso se realizan actividades como embolsado de bobinas, pesado de bobinas, paletizado de bobinas, traslado de las bobinas al almacén y limpieza del área de extrusión.

A continuación, se procede a realizar la ponderación de polivalencia, individualmente, a efecto de determinar la puntuación total y trabajar sobre esta. En la tabla 32 se puede apreciar el puntaje obtenido por los 8 operarios que laboran en el área.

Tabla 32

Matriz de polivalencia

	P1	P2	P3	P4	P5	Puntuación Total
Operario 1	4	4	3	3	4	18
Operario 2	3	4	3	3	4	17
Operario 3	2	3	3	3	4	15
Operario 4	1	2	3	3	3	12
Operario 5	1	2	2	2	3	10
Operario 6	1	1	1	2	3	8
Operario 7	1	2	2	2	4	11
Operario 8	1	1	1	3	3	9
Puntuación Total	14	19	18	21	28	100

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

Por ejemplo, para el operario 6 se evidencia que el proceso P5 es el que más domina, teniendo muy poca experiencia en los demás (P1, P2, P3 y P4), de lo que se desprende su puntuación total de 8 puntos. Con la puntuación obtenida se puede calcular la puntuación media, y el porcentaje

de procesos para los que está calificado cada operario; como también, el porcentaje de operarios calificados para cada proceso. En la tabla 33, podemos observar los valores obtenidos y concluimos que solo 3 de los 8 operarios del área de extrusión tienen la capacidad operativa de realizar más del 50% de las actividades del área de extrusión.

Tabla 33

Porcentaje de calificación por operario

	Puntuación	N° de procesos para los que	% de procesos para los que
	Media	está calificado	está calificado
Operario 1	3.6	3	60%
Operario 2	3.4	2	40%
Operario 3	3.0	1	20%
Operario 4	2.4	3	60%
Operario 5	2.0	3	60%
Operario 6	1.6	2	40%
Operario 7	2.2	1	20%
Operario 8	1.8	2	40%

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

En la tabla 34 se observa el porcentaje de operarios calificados por proceso. Podemos notar que para los procesos P1 y P2 que son las actividades más críticas ya que son las que son manipulación y control de las maquinas productivas, solo 3 de los 8 operarios tienen la capacidad para gestionarlas. Finalmente, se concluye que el porcentaje de trabajadores polivalentes del área de extrusión es de 42.5% que está por debajo de lo esperado por la empresa Plast ABC SAC.

Tabla 34

Porcentaje de operarios calificados por proceso

Proceso	Puntuación	N° operarios calificados	% operarios calificados para
	media	para el proceso	el proceso
P1	1.8	3	37.5%
P2	2.4	3	37.5%
P3	2.3	5	62.5%

Proceso	Puntuación media	N° operarios calificados para el proceso	% operarios calificados para el proceso
P4	2.6	5	62.5%
P5	3.5	4	50.0%

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia.

De la misma forma que se obtuvo el porcentaje de operarios polivalentes del área de extrusión, 42.5%, también se calculó el porcentaje de operarios polivalentes de las demás áreas. En la tabla 35 podemos observarlo los porcentajes de operarios polivalentes, siendo el área de mezclado el de mayor porcentaje con 52%, esto se debe a que los procesos y actividades realizadas en esta área no son tan complejas. También notamos que el área de impresión tiene el menor porcentaje de operarios polivalentes con 36.5% ya que los procesos y actividades con más complejas. El porcentaje de operarios polivalentes de todo el proceso productivo es 44%. Este porcentaje está por debajo de lo establecido que tiene como meta la empresa Plast ABC SAC que es 60%. Para poder lograr este porcentaje de operarios polivalentes se implementará un plan de capacitación a los operarios del proceso productivo.

Tabla 35

Porcentaje de operarios polivalentes de las áreas productivas

Área	% de polivalencia
Peletizado	48.0%
Mezclado	52.0%
Extrusión	42.5%
Impresión	36.5%
Sellado	39.0%

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

3.1.2.2 Situación Propuesta

La empresa Plast ABC SAC implementará un sistema de capacitación a los operarios del sistema productivo con el objetivo de incrementar el porcentaje de operarios polivalentes del 44% al

60%. Este incremento de porcentaje de operarios polivalentes le permitirá a la empresa Plast ABC SAC aumentar su radio de operatividad y disminuir el lucro cesante.

La capacitación a los operarios del proceso productivo, Plast ABC SAC la implementará en tres fases. La primera es el diseño del programa y su contenido, la segunda etapa es la implementación del plan de capacitación y la última es la medición del porcentaje de operarios polivalentes después de haber capacitado al personal operativo.

3.1.2.2.1 Plan de capacitación para los operarios del área productiva

El plan de capacitación para los operarios del área productiva durará 24 semanas (que en promedio son 6 meses). La primera fase del plan es el diseño del programa de capacitación y su contenido. En esta fase se definirá la metas, usuarios, objetivos, responsable, tiempo, tipo, modalidad, recursos y costo de la capacitación. En la tabla 36, podemos revisar cada uno de ellos a detalle.

Tabla 36

Alcance del plan de capacitación

Requerimiento	Definición
Metas	Aumentar el porcentaje de operarios polivalentes en 14%.
Usuario	A todos los operarios del sistema productivo.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de el ratio operativa o de productividad. • Generación de operarios con alta eficiencia. • Oportunidad de desarrollo laboral de los operarios. • Descubrimiento de nuevos talentos. • Mejora la respuesta ante situaciones inesperadas. • Alineación con los objetivos estratégicos de la empresa. • Fortalecimiento de la cultura organización de la empresa. • Mejor colaboración y comunicación.
Responsable	El responsable de la implementación es el asistente de RRHH y el jefe de operaciones de producción-calidad
Tiempo	El diseño del plan durará 2 meses, con periodos de 15 días para su revisión.
Tipo	Capacitación inductiva y correctiva.
Modalidad	Formación y perfeccionamiento.

Requerimiento	Definición
Recursos	Se contratará a un proveedor el cual colabore en el diseño del plan así como en su implementación.
Costo	La capacitación tendrá un costo de \$ 12,000. Dólares

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

También, en esta primera fase se elabora el curso de capacitación para cada área del sistema productivo. Cada curso de capacitación contará con:

- Un instructivo (lineamientos y mapeo del proceso) donde estará detallada cada proceso, actividades y tareas que el operario debe desarrollar según el área productiva asignada.
- Un test de evaluación puntuado, en el que si el operario obtiene un puntaje menor al requerido, volverá a ser capacitado.

Finalmente, en esta fase también se definirá el cronograma de actividades donde estará detallado las actividades que se realizarán en cada fase, con sus respectivas fechas y el responsable de la actividad.

Como podemos observar en la figura 25, la primera fase (diseño del plan) se realizará en las 8 primeras semanas, la segunda fase (capacitación a los operarios) se realizará en las siguientes 6 semanas y la tercera y última fase (medición del impacto del plan de capacitación) se realizará en las últimas 10 semanas.

Figura 25

Diagrama de tiempos asignados a las fases plan de capacitación

Meses	Mes 1				Mes 2				Mes 3			Mes 4				Mes 5			Mes 6					
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fase 1	■	■	■	■	■	■	■	■																
Fase 2									■	■	■	■	■	■	■	■								
Fase 3																	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

La segunda fase es la capacitación a los empleados la cual se realizará entre las semanas 9 y 14. Como se puede observar en la figura 26, esta fase empezará con la capacitación del uso correcto de las EPP la cual se realizará en las semanas 9 y 12. En la semana 10 se capacitará a los operarios del área de peletizado y del área de mezclado. En la semana 11 se capacitará a los operarios del área de extrusión y del área de impresión. Finalmente en las semanas 12 y 13 se capacitará a los operarios del área de sellado esto debido a que en esta área se tienen 30 operarios. Por último en la semana 14 se realizará la evaluación de la capacitación brindada.

La capacitación del uso correcto de los EPP durará en promedio 2 horas mientras que la capacitación respecto a las actividades operativas durará en promedio 3 horas. Ambas capacitaciones serán teóricas y prácticas.

Figura 26

Diagrama del cronograma de actividades de la Fase 2 del plan de capacitación

Actividades	Semanas					
	9	10	11	12	13	14
Capacitación del uso correcto de las EPP	■			■		
Capacitación a los operarios del área de peletizado.		■				
Capacitación a los operarios del área de mezclado.		■				
Capacitación a los operarios del área de extrusión.			■			
Capacitación a los operarios del área de impresión.			■			
Capacitación a los operarios del área de sellado.				■	■	
Evaluación puntuada.						■

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

3.1.3 Implementación y desarrollo del área de mantenimiento industrial de la empresa

Finalmente, para poder lograr las metas trazadas, la empresa Plast ABC SAC como última medida implementará y desarrollará el área de mantenimiento industrial la cual podrá gestionar los

mantenimientos preventivos y correctivo de la empresa. También se implementará un plan de mantenimiento preventivo a partir de la valoración de la criticidad de las maquinas productivas.

Actualmente el área de mantenimiento es incipiente y muy básica en la empresa, solo brinda mantenimiento correctivo básico como el cambio de algunas piezas mecánicas en algunas maquinas productivas, cambio de piezas eléctricas y gestión de la planta. Solo se cuenta con un personal técnico, no cuentan con un espacio físico y tampoco con herramientas mecánicas específicas como un torno, máquina de soldadura, prensa hidráulica, etc. La implementación y desarrollo, así como la implementación de un plan de mantenimiento preventivo permitirá disminuir los tiempos de mantenimiento así como los costos involucrados.

3.1.3.1 Situación Actual

En la actualidad las actividades de mantenimiento industrial de la empresa Plast ABC SAC se basan en mantener y extender la vida útil de las maquinas productivas, así como la gestión de la planta industrial. El mantenimiento industrial realizado en planta de Plast ABC SAC es usualmente de tipo correctivo y casi nulo de tipo preventivo y se realiza en el turno del día de las 7 am a las 7 pm con un solo operario. Las actividades de mantenimiento correctivo que se realizan son de tipo:

- Tipo eléctrico, estas se dan cuando en planta se requiere el cambio de alguna conexión eléctrica (cables, tomacorrientes, interruptores, focos, etc.). También se fabrican todo tipo de extensiones eléctricas.
- Tipo electrónico e instrumentación, estas se dan cuando algún componente electrónico de alguna maquina productiva falla. Este tipo de mantenimiento correctivo es realizado por una empresa proveedora de este tipo de servicio.
- Tipo mecánico, estas se dan cuando algún componente o pieza mecánica de alguna máquina del proceso productivo ha fallado. En el 70% de los casos, el operario del área de mantenimiento puede cambiar la pieza mecánica fallada. El 30% restante no lo realiza porque la falla es muy compleja o porque no cuenta con las herramientas o equipos necesarios.

Para llevar la gestión del mantenimiento industrial, Plast ABC SAC cuenta con un formato de incidencias, el cual usualmente no es completado después de realizar un mantenimiento correctivo.

3.1.3.1.1 Costos incurridos en el mantenimiento industrial

Respecto a los costos incurridos debido al mantenimiento industrial del proceso productivo, Plast ABC SAC solo cuenta con información total por mes del costo de mantenimiento y no por

subproceso productivo. En la tabla 37 se muestra, las ventas en soles, las toneladas producidas de materia prima, el gasto mensual por mantenimiento y el indicador de los soles invertidos en mantenimiento por cada tonelada producida en los meses de enero-23 a diciembre-2023. En promedio Plast ABC SAC invirtió S/. 163.62. soles por tonelada de materia prima producido y que en el gasto en mantenimiento anual representa el 1.33% de las ventas.

Tabla 37

Costos de Mantenimiento

Mes	Ventas en Soles	Toneladas Producidas	Gasto mensual por mantenimiento	Gasto de Mantenimiento/Tonelada
Ene-23	3,154,618.00	347.01	21,947.60	63.25
Feb-23	2,895,863.00	318.54	32,171.41	100.99
Mar-23	2,575,724.50	283.33	61,718.75	217.83
Abr-23	2,611,413.00	287.26	34,643.27	120.60
May-23	3,065,573.50	337.21	24,485.20	72.61
Jun-23	3,274,814.50	360.23	40,922.85	113.60
Jul-23	2,510,000.00	276.10	47,459.15	171.89
Ago-23	2,474,275.50	272.17	46,732.40	171.70
Set-23	2,693,830.50	296.32	33,243.35	112.19
Oct-23	2,898,899.00	318.88	42,040.35	131.84
Nov-23	2,992,282.00	329.15	24,243.05	73.65
Dic-23	3,084,862.00	339.33	45,220.00	133.26

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

3.1.3.1.2 Tiempos de atención del mantenimiento industrial

Los tiempos de atención varían según la situación a tratar. Para la empresa Plast ABC SAC una situación no crítica es aquella que se soluciona en un tiempo menor a 6 horas. Usualmente es el cambio de algún repuesto del cual se tiene stock. Las situaciones no críticas más comunes son el cambio de pirómetros, fajas, cuchillas, rodamientos, termostatos, tablas de cuchillas, etc.

Este tipo de situaciones es solucionado en el 85% de las veces por el operario del área. Una situación semi crítica es aquella que se puede solucionar hasta en 5 días. Esta situación se da porque la falla a solucionar se dificulta debido a que hay que desmontar una maquina productiva. En la mayoría de casos no se cuenta con repuestos en stock para este tipo de situaciones ya que mientras se desmonta la maquina se realiza la compra del repuesto. En el 90% de las situaciones críticas, se necesita contratar un proveedor especializado en el tema. Las situaciones críticas más comunes son cambio de motor, rebobinadores, piñones, etc.

Finalmente se tienen las situaciones críticas que se pueden solucionar hasta en 50 días. Esta situación se da porque para el desmontaje de la maquina productiva debido al peso de la pieza mecánica se necesita plumas o grúas mecánicas. Usualmente estos repuestos son fabricados o reparados cuando se dan estas situaciones. En todos los casos, el personal que atiende estas situaciones son proveedores especializados. Estas fallas son cambios de husillos, caja de transmisión, rodillos, etc.

En la tabla 38 podemos revisar el tiempo máximo de atención para cada tipo de situación según el proceso productivo. Como se puede observar, el mayor tiempo de atención de una situación no crítica se dio en el área de peletizado debido a que se tuvo que cambiar un pirómetro fundido. Para hacer el cambio de esta pieza se tuvo que enfriar primero el cuerpo del husillo. El mayor tiempo de atención de una situación semi crítica se dio el área de extrusión cuando se cambió el motor. Para realizar el desmontaje se necesitó de una pluma hidráulica. Finalmente el tiempo máximo de atención de una situación crítica se dio en el área de impresión o flexografía cuando se cambió un rodillo, en el que el repuesto se tuvo que importar desde china.

Tabla 38

Tiempos de atención de situaciones

	Tiempo máximo de atención para situaciones no crítica en días	Tiempo máximo de atención para situaciones semi crítica en días	Tiempo máximo de atención para situaciones crítica en días
Peletizado	2	3	15
Mezclado	1.5	4	10
Extrusión	1	3.5	20
Impresión	1	5	50

	Tiempo máximo de atención para situaciones no crítica en días	Tiempo máximo de atención para situaciones semi crítica en días	Tiempo máximo de atención para situaciones crítica en días
Sellado	1	3	20

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

3.1.3.2 Situación Propuesta

La empresa Plast ABC SAC implementará un área de mantenimiento industrial y un plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de disminuir el costo promedio de mantenimiento involucrado (S/. 424.30 soles) en 20%. Esta disminución de costo incurrido en mantenimiento, le permitirá a la empresa Plast ABC SAC aumentar su radio de operatividad y disminuir el lucro cesante.

3.1.3.2.1 Costos de implementación de área de mantenimiento

Para lograr el objetivo se implementará dentro de la planta un área de mantenimiento industrial. Las características del área son:

- El área de mantenimiento contará con 72 m² y tendrá dos ambientes. El primero ambiente será al área propiamente de mantenimiento y el segundo ambiente será un almacén de repuestos y equipos y herramientas.
- El área de mantenimiento industrial contará con máquinas como un torno paralelo, una prensa hidráulica de 15 toneladas, una máquina de soldar para todo tipo, etc. También implementará el área de mantenimiento con herramientas especializadas.
- El área de mantenimiento contará con dos operarios, un técnico en maestranza y un asistente en maestranza.
- Se modificará el formato de incidencias del área de mantenimiento. El nuevo formato contemplará más casillas para obtener mayor información.

El costo incurrido para implementar el área de mantenimiento es de US\$ 65,700.00. En la tabla 39 podemos ver los diferentes conceptos generados para la implementación del área de mantenimiento industrial. Infraestructura se refiere a la obra civil que debe realizarse para tener el área de mantenimiento en óptimas condiciones. Equipos son todas las máquinas (torno,

prensa, máquina de soldar, etc.) que se implementarán en el área de mantenimiento, Herramientas se refiere a las herramientas especializadas con las que se implementará en área. Acondicionamiento se refiere a los anaqueles, mesa de trabajo, carro de herramientas, etc. Finalmente el concepto de almacenes se refiere a los racks con que se implementará el segundo ambiente donde de almacenará los repuestos.

Tabla 39

Costos incurridos para la implementación del área de mantenimiento

Conceptos	Costo en US\$
Infraestructura	5,500.00
Equipos	35,600.00
Herramientas	12,300.00
Acondicionamiento	2,800.00
Almacenes	9,500.00

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

3.1.3.2.2 Implementación del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo eleva la probabilidad de que el sistema productivo este siempre operativo o funcionando. Esto se da mediante la supervisión en ciertos intervalos de tiempo de los equipos y máquinas productivas. El objetivo es aumentar la vida útil de los equipos y minimizar la parada de equipos y maquinas productivas. Paralelamente a la implementación del área de mantenimiento se diseñará e implementará el plan de mantenimiento preventivo. El diseño del plan de mantenimiento contemplará variables que midan la frecuencia de fallas, el impacto operacional, la flexibilidad operacional y el costo de mantenimiento. En la tabla 40 observamos a cada variable y los intervalos de cada una de ellas.

Tabla 40

Variables a considerar para el diseño del plan de mantenimiento

Concepto	Descripción
Frecuencia de Fallas	Más de 7 fallas al mes Promedio: 4 a 6 fallas al mes productiva

Concepto	Descripción
	Baja: 1 a 3 fallas al mes Excelente: menos de 1 falla al mes
Impacto operacional	Parada inmediata o corte de línea productiva Parada inmediata de un sector de la línea productiva Impactan en los niveles de producción o calidad Repercute en costos adicionales asociados a la disponibilidad del equipo No genera ningún efecto significativo sobre las operaciones y producción
Flexibilidad operacional	No existe opción de producción y no existe la función de respaldo(back up) Existe la función de respaldo compartido Existe la opción de respaldo disponible
Costo de mantenimiento	De S/. 0 a S/. 1,000 De S/. 1,001 a S/. 3,000 De S/. 3,001 a S/. 8,000 De S/. 8,001 a más

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

Una vez definida las variables y sus intervalos, se clasificará a las maquinas productivas en función a las variables definidas. Con la información disponible, se elaboró el análisis de criticidad de la componentes de las máquinas productiva, quedando clasificadas en componentes críticas, semi críticas y no críticas.

En la tabla 41 se muestra el plan de mantenimiento preventivo propuesto, como se puede observar las actividades a realizar se agruparon en 3 grupos, el código EE está relacionado a las actividades eléctricas y electrónicas, el código GE está relacionado a actividades mixtas entre eléctricas y mecánicas y finalmente las actividades ME son actividades mecánicas.

Según el cruce las variables y la criticidad de los compontes la frecuencia de las actividades podrá ser semanal, quincenal, mensual, semestral y anual.

Tabla 41*Plan de Mantenimiento Preventivo*

Código de actividad	Descripción de actividad	Frecuencia
EE01	Revisión del sistema electrónico de variadores de velocidad de motores eléctricos	Anual
EE02	Revisión de tarjeta / panel electrónico de máquinas	Anual
EE03	Revisión de pirómetros y termostatos	Mensual
EE04	Calibración de rodillos	Semestral
EE05	Supervisar las conexiones eléctricas en equipo y tablero	Semanal
EE06	Lectura y registro de corriente de motores eléctricos y/o bombas hidráulicas compresoras, Chiller, torre	Semanal
EE07	Limpieza de filtros de ventilación de motor y/o tablero eléctrico	Semanal
EE08	Limpieza de tablero	Semestral
EE09	Verificación de operación del transformador eléctrico de cuchillas de corte	Semanal
EE10	Medición de la resistividad de pozo a tierra de máquinas plásticas	Anual
EE11	Mantenimiento a electrobombas (agua)	Semestral
EE12	Mantenimiento a motores eléctricos asíncronos extrusores y bombas hidráulicas	Bimestral
EE13	Mantenimiento del servomotor	Bimestral
EE14	Mantenimiento preventivo a la subestación eléctrica	Anual
GE01	Verificación de presión y temperatura	Semanal
GE02	Verificación de temperatura Chiller y niveles en sus tanques de agua	Semanal
GE03	Verificación de niveles de agua en las cunetas de enfriamiento	Semanal
GE04	Verificación de niveles de aceite de lubricadores automáticos y su funcionamiento	Semanal
GE05	Verificación de temperaturas y nivel de aceite hidráulico	Semanal
GE06	Limpieza de radiador o condensadores	Semanal
GE07	Limpieza, ordenamiento y área despejada de máquina o equipo (exterior) a cargo de operario	Semanal
GE08	Mantenimiento a pozo a tierra	Trimestral
GE09	Pintado de máquinas y/o equipos	Quincenal

Código de actividad	Descripción de actividad	Frecuencia
GE10	Limpieza, ordenamiento y área despejada de máquina o equipo (interior) a cargo de operario	Mensual
ME01	Lubricación a ejes guías deslizantes y/o giratorias	Quincenal
ME02	Lectura de presiones hidráulicas y neumáticas generales	Semanal
ME03	Revisión de cuchillas	Semanal
ME04	Verificación del nivel de aceite en lubricación de unidad de mantenimiento neumático	Semanal
ME05	Verificación de nivel de aceite en caja reducción	Semanal
ME06	Verificación del estado mecánico de cuchillas o paletas de molinos, mezcladoras u otro	Semanal
ME07	Verificación de funcionamiento del sistema mecánico de probadores hermeticidad	Semanal
ME08	Reajuste de sujeciones mecánicas de partes móviles o articulaciones en máquinas	Semestral
ME09	Verificación de estado y tensión de fajas de transmisión y/o transportadoras	Semanal
ME10	Limpieza mecánicas de intercambiadores de calor y circuito refrigerado de zona alimentación de máquinas	Semestral
ME11	Revisión y cambio (si requiere) de filtros de línea de presión y/o descarga de sistema hidráulico de máquinas	Anual
ME12	Verificación de fugas de aceite por empaques y/o sellos hidráulicos de máquinas (pistones, válvulas, mangueras)	Semestral

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

3.2 Verificación del impacto de las contramedidas implementadas

Una vez implementas las contramedidas, se procederá a verificar el impacto de ellas (Fase Verificar). Para esto en la empresa Plast ABC SAC se tomará como base una muestra de 30 días, lo primero que se hizo fue revisar el impacto de las contramedidas implementadas (Implementación del sistema de aire comprimido, Implementación del plan de capacitación operativa y desarrollo del área de mantenimiento e implementación del plan de mantenimiento

preventivo). Luego se revisará el proceso productivo (ratio de rentabilidad operacional y ratio de productos no conformes) para finalmente poder medir el ratio de productividad operativa y el lucro cesante.

3.2.2 Revisión de contramedidas implementadas

Respecto a la contramedida de la implementación del sistema único estándar de aire comprimido, los resultados obtenidos fueron:

- Se midió mediante la prueba estadística ANOVA si la media de la temperatura del aire comprimido en las diferentes áreas del proceso productivo era igual. En la tabla 42 podemos ver que el valor crítico obtenido de F es 0.26 , con lo que se concluye que se acepta la hipótesis nula, es decir la media de las temperaturas de humedad del aire comprimido de las áreas son iguales entre sí.

Tabla 42

Resumen del Análisis de la prueba ANOVA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.278	3	0.092	0.263	0.851	2.682
Dentro de los grupos	40.803	116	0.351			
Total	41.081	119				

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

- Se reviso el costo de la energía eléctrica, este se redujo de S/. 5,704.04 soles a S/. 4,307.06 soles. Esta reducción representa el 24.49% del consumo con compresoras de aire comprimido independientes.
- Al retirar las compresoras de aire comprimido independientes del sistema productivo, aumento el área para actividades y tareas del operario en 18 m², lo que representa apropiadamente 10%. del área del sistema productivo.

Respecto a la contramedida de la implementación del plan de capacitación, los resultados obtenidos fueron:

- El alcance de la capacitación fue del 100%, es decir se capacitó a todo el personal operativo del proceso productivo.
- Se mejoró las instalaciones usadas por los operarios, como baños, duchas y casilleros.
- Se analizó el ratio de polivalencia de los operarios, la cual aumentó de 44% a 52%.

Respecto a la contramedida del desarrollo del área mantenimiento e implementación del plan de mantenimiento preventivo, los resultados obtenidos fueron:

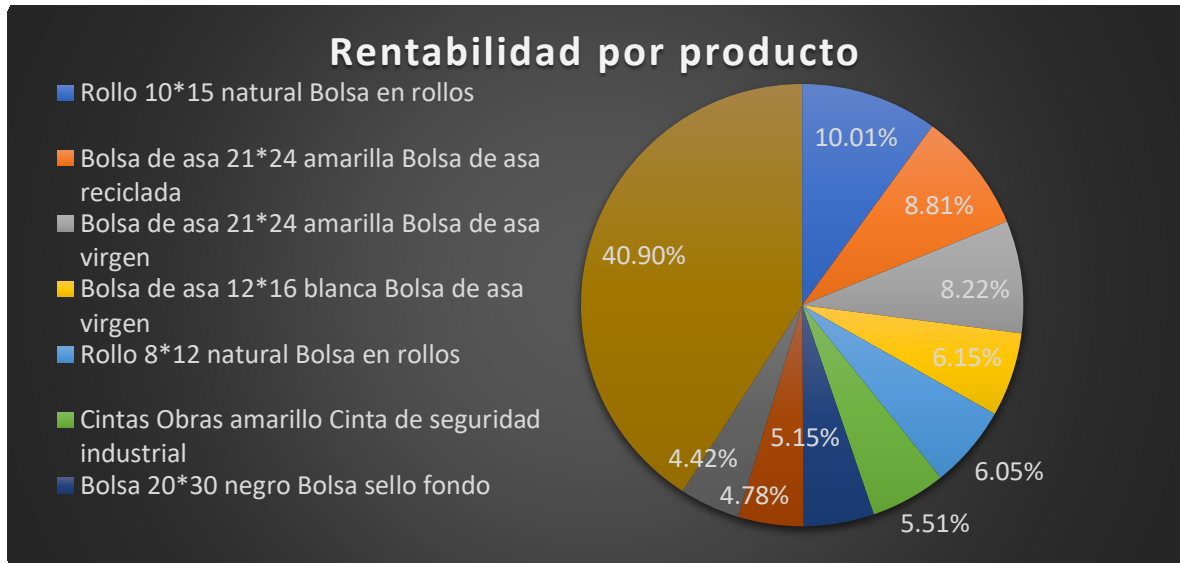
- El costo de mantenimiento correctivo disminuyó de S/. 123.62 soles a S/. 105.08 soles. Esta reducción representa el 15.0%.
- Los tiempos de atención a los mantenimiento correctivos se redujeron considerablemente. Los tiempos de atención para casos de situaciones no críticas en promedio son de 0.25 días como máximo, los tiempos de atención para casos de situaciones semi críticas en promedio son de 2 días como máximo y los tiempos de atención para casos críticos en promedio son de 10 días.

3.2.3 Análisis del proceso productivo después de la implementación de las medidas

Se revisó el proceso productivo después de implementar las contramedidas. Lo primero que se revisó en la muestra fue el ratio de rentabilidad operacional. En la figura 27 podemos ver que la rentabilidad operacional por producto aumentó en promedio casi 0.56% en cada uno de ellos respecto al porcentaje anterior antes de implementar las contramedidas correctivas. Las bolsas de rollo color natural 10*15 tuvieron un incremento del 2.04%. Luego el producto bolsa de asa reciclada 21*24 color amarillo aumentó es 0.86% y finalmente el producto de asa virgen 21*24 color amarillo aumentó en 0.69%.

Figura 27

Grafica de la Rentabilidad por producto

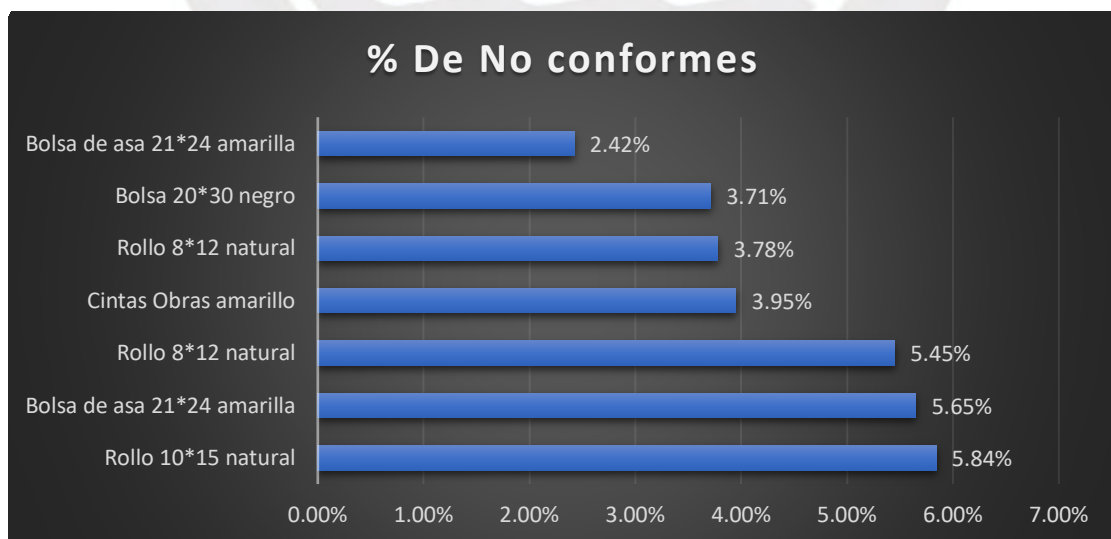


Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Respecto a los productos no conformes, hubo una disminución en cuanto al porcentaje de estos. En la figura 28 se puede observar que los productos que tenían mayor porcentaje de No conformes siguen siendo los mismos, pero con una disminución en promedio del 5% respecto del promedio del porcentaje anterior antes de implementar las contramedidas correctivas.

Figura 28

Rentabilidad por producto



Fuente. Empresa Plast ABC SAC

En la muestra piloto se obtuvo también los nuevos porcentajes de merma y desperdicio que se obtiene en cada proceso productivo después de aplicar las contramedidas al proceso productivo. Para obtener estos porcentajes, en cada día de la muestra se pesó en cada proceso productivo, la materia prima que ingresaba y la materia prima que se obtenía. En la tabla 43 podemos observar cuanto se redujo tanto el porcentaje de merma como el porcentaje de desperdicio.

Tabla 43

Porcentajes de mermas y desperdicios después de implementar las contramedidas

	Proceso de Peletizado	Proceso de Mezclado	Proceso de Extrusión	Proceso de sellado
Merma antes	4.00%	3.00%	4.00%	4.00%
Merma después	2.00%	1.50%	2.00%	2.50%
Desperdicio antes	1.50%	1.50%	1.00%	0%
Desperdicio después	0.75%	1.00%	0.50%	0%

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

Con los nuevos porcentajes de mermas y desperdicios en cada proceso productivo se calculó el nuevo valor del ratio de operatividad productiva. En la tabla 44 se puede observar que ahora el ratio de operatividad productiva es de 90.14%.

Tabla 44

Capacidad operativa del proceso

	Proceso de Peletizado	Proceso de Mezclado	Proceso de Extrusión	Proceso de sellado
MP Ingresada	24.41	23.74	23.14	22.56
MP Sale	23.74	23.14	22.56	22
Merma	2.00%	1.50%	2.00%	2.50%
Desperdicio	0.75%	1.00%	0.50%	0%

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

Finalmente, también se midió el lucro cesante. Como se puede observar en la tabla 45, el lucro cesante promedio diario en la muestra es S/. 2,078.91 soles y este valor es el 51.63% del lucro cesante, S/. 4,026.88 soles, antes de implementar las contramedidas realizadas.

Tabla 45

Lucro Cesante

Mes	Ventas en Soles	Número de fardos vendidos	Materia Prima reprocesada en Kilogramos	Costos por reproceso	Rentabilidad Perdida	Lucro Cesante
Dia 1	101,761.87	509	951.47	1,141.77	1,114.76	2,256.52
Dia 2	93,414.94	467	873.43	1,048.12	1,023.32	2,071.43
Dia 3	83,087.89	415	776.87	932.25	910.19	1,842.44
Dia 4	84,239.13	421	787.64	945.16	922.80	1,867.96
Dia 5	98,889.47	494	924.62	1,109.54	1,083.29	2,192.83
Dia 6	105,639.18	528	987.73	1,185.27	1,157.23	2,342.50
Dia 7	80,967.74	405	757.05	908.46	886.96	1,795.42
Dia 8	79,815.34	399	746.27	895.53	874.34	1,769.87
Dia 9	86,897.76	434	812.49	974.99	951.93	1,926.92
Dia 10	93,512.87	468	874.35	1,049.21	1,024.39	2,073.61
Dia 11	96,525.23	483	902.51	1,083.01	1,057.39	2,140.40
Dia 12	99,511.68	498	930.43	1,116.52	1,090.11	2,206.63
Dia 13	103,430.10	517	967.07	1,160.49	1,133.03	2,293.52
Dia 14	94,946.33	475	887.75	1,065.30	1,040.09	2,105.39
Dia 15	84,449.98	422	789.61	947.53	925.11	1,872.64
Dia 16	85,620.10	428	800.55	960.66	937.93	1,898.59
Dia 17	100,510.61	503	939.77	1,127.73	1,101.05	2,228.78
Dia 18	107,370.97	537	1,003.92	1,204.70	1,176.20	2,380.90
Dia 19	82,295.08	411	769.46	923.35	901.51	1,824.86
Dia 20	81,123.79	406	758.51	910.21	888.67	1,798.88
Dia 21	88,322.31	442	825.81	990.98	967.53	1,958.51
Dia 22	95,045.87	475	888.68	1,066.41	1,041.18	2,107.60
Dia 23	98,107.61	491	917.31	1,100.77	1,074.72	2,175.49

Mes	Ventas en Soles	Número de fardos vendidos	Materia Prima reprocesada en Kilogramos	Costos por reproceso	Rentabilidad Perdida	Lucro Cesante
Dia 24	101,143.02	506	945.69	1,134.82	1,107.98	2,242.80
Dia 25	105,153.93	526	983.19	1,179.83	1,151.91	2,331.74
Dia 26	96,528.77	483	902.54	1,083.05	1,057.43	2,140.48
Dia 27	85,857.48	429	802.77	963.32	940.53	1,903.85
Dia 28	87,047.10	435	813.89	976.67	953.56	1,930.23
Dia 29	102,185.78	511	955.44	1,146.52	1,119.40	2,265.92
Dia 30	109,160.48	546	1,020.65	1,224.78	1,195.80	2,420.58

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

Se puede apreciar en los resultados obtenidos, tanto como en el ratio de operatividad productiva y en el valor del lucro cesante, que se cumplieron los objetivos trazados con lo que se demuestra la utilidad de los contra medidas propuestas.

3.3 Estandarizar el proceso productivo.

En esta última fase (Fase de Actuar) del ciclo de mejora continua nos permite generar retroalimentación sobre las fases realizadas anteriormente (Hacer, Realizar y Verificar). El objetivo de esta fase es generar conocimiento sobre todas las acciones previamente analizadas, esto incluye el análisis, puesta en marcha y control. Es importante interiorizar esta nueva manera de hacer las cosas cuya efectividad ya se encuentra comprobada a lo largo del desarrollo del proyecto. De esta manera se genera una actualización del sistema, la cual en algún momento dará pie a una nueva revisión en el futuro, evidenciando así la esencia pura de la mejora continua.

CAPÍTULO 4. EVALUACION ECONOMICA

Los resultados obtenidos en el capítulo anterior nos indican que la implementación de las contramedidas planteadas permite reducir el lucro cesante en 48.37% (de S/. 4026.88 a S/.2078.91) y que el ratio de operatividad productiva aumento en 7.83%, (de 82.31% a 90.14%) logrando cumplir con los objetivos trazados que eran reducir el lucro cesante en 40% y aumentar el ratio de operatividad productiva en 5%.

La implementación de las 3 contramedidas propuestas tiene un costo, el cual será recuperable con los ingresos obtenidos debido a la implementación. En la tabla 46, podemos ser los costos por cada contramedida implementada. Como podemos observar en la tabla, se describe cada ítem implementado, el costo asociado a esa contramedida y el periodo donde se generará el costo. El costo total de implementar las contramedidas es de \$ 220,200 dólares.

Tabla 46

Costos relacionados por las contra medidas implementadas

Ítem	Descripción	Periodo	Costo \$
1	Instalación del Sistema de Aire Comprimido	0,1	90,500
2	Capacitación al personal	0	3,000
3	Consultor externo para la capacitación	0,1,2,3,4,5	9,000
4	Implementación del área de mantenimiento	0,1,2	65,700
5	Sueldos de nuevos operarios de mantenimiento	cada mes	40,000
6	Implementación del plan de mantenimiento preventivo	0	3,000
7	Consultor externo para la implementación del plan de mantenimiento preventivo	0,1,2,3,4,5	9,000

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

Esta inversión realizada en implementar las contramedidas en el proceso productivo se recuperará con la disminución del lucro cesante, este ahorro generado será un ingreso para la empresa. Para poder analizar la viabilidad del proyecto de mejora continua se realizará el flujo efectivo mensual en 3 escenarios posibles, los cuales serán un escenario pesimista, un escenario realista y un escenario optimista.

En el tabla 4, podemos ver los flujos de caja proyectados para cada escenario. En cada escenario observamos los ingresos proyectados, los egresos debido a la implementación de las 3 contramedidas y el flujo de caja para 20 meses con un costo de oportunidad, COK, de 0.75%, 1.0% y 1.50% respectivamente.

Tabla 47*Flujo de Caja en 3 escenarios*

Situación Pesimista										
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	19	20
Ingreso \$		1477.84	2955.68	5911.36	8867.04	11822.72	14778.4	14778.4	14778.4	14778.4
Egreso \$	76,150	72,150	26,900	5,000	5,000	5,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Flujo	-76150	-70672.16	-23944.32	911.36	3867.04	6822.72	12778.4	12778.4	12778.4	12778.4
COK	0.75%									
Situación Realista										
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	19	20
Ingreso \$		1558.286	3116.572	6233.144	9349.716	12466.288	15582.86	15582.86	15582.86	15582.86
Egreso \$	76,150	72,150	26,900	5,000	5,000	5,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Flujo	-76150	-70591.714	-23783.428	1233.144	4349.716	7466.288	13582.86	13582.86	13582.86	13582.86
COK	1.00%									
Situación Optimista										
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	19	20
Ingreso \$		2010.624	4021.248	8042.496	12063.744	16084.992	20106.24	20106.24	20106.24	20106.24
Egreso \$	76,150	72,150	26,900	5,000	5,000	5,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Flujo	-76150	-70139.376	-22878.752	3042.496	7063.744	11084.992	18106.24	18106.24	18106.24	18106.24
COK	1.50%									

*Fuente. Empresa Plast ABC SAC**Elaboración propia*

Se puede apreciar en tabla 48 el resumen del análisis de sensibilidad para los 3 escenarios planteados. Como podemos observar en el escenario pesimista, a pesar que no se logró la meta trazada en el ratio de operatividad productiva, se obtuvo un valor actual neto, VAN, positivo y una tasa interna de retorno, TIR superior a la tasa del costo de oportunidad, COK. Lo mismo observamos en los escenarios realista y optimista.

Tabla 48

Resumen del Análisis de Sensibilidad

	Ratio de Operatividad Productiva	Ahorro lucro cesante diario	Ingreso Mensual en Soles	Ingreso Mensual en dólares	COK Mensual	TIR	VAN
Pesimista	87.54%	1,847.30	55,419.00	14,778.40	0.75%	1.51%	101.88
Real	90.14%	1,947.87	58,436.10	15,582.96	1.00%	2.10%	22,309.94
Optimista	92.71%	2,513.28	75,398.40	20,106.24	1.50%	5.04%	98,783.94

Fuente. Empresa Plast ABC SAC

Elaboración propia

Se puede apreciar que en cualquiera de los escenarios planteados se genera un ahorro debido al aumento del ratio de operatividad y la disminución del lucro cesante, validando así el logro del objetivo principal. Cabe mencionar que el éxito del desarrollo de la propuesta va a depender del grado de involucramiento y responsabilidad con que se apliquen la metodología planteada y el nivel de alcance que la gestión de la empresa le otorgue a las mismas.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El uso de la metodología PDCA y las herramientas *Lean Manufacturing* y herramientas estadísticas han sido eficaces para incrementar el ratio de operatividad productiva en 7.83% y la disminución del lucro cesante en 48.37%.
- La implementación de las contramedidas implementadas permitió aumentar la rentabilidad operacional en 0.56%.
- La implementación de un sistema único de aire comprimido a todo el proceso productivo (peletizado, mezclado, extrusión, impresión y sellado) permite mantener constante la media de la temperatura del aire comprimido, lo cual disminuyó el porcentaje de productos no conformes el promedio 5%.
- La implementación de un sistema único de aire comprimido a todo el proceso productivo (peletizado, mezclado, extrusión, impresión y sellado) redujo el costo de la energía eléctrica en 24.49% y aumento el área de manipuleo del operario en 10%.
- La implementación del plan de capacitación tuvo un alcance del 100% y la cantidad de operarios polivalentes aumentó en 8%.
- La implementación del curso de uso correcto de Equipo de Protección Personal disminuyó el porcentaje de accidentes laborales en 16%.
- La mejora de la infraestructura en los baños, las duchas, el comedor y los casilleros aumento el clima organizacional de los operarios del proceso productivo en 12%.
- La implementación del área de mantenimiento redujo el costo de mantenimiento correctivo por tonelada de materia prima en 15%.
- La implementación del área de mantenimiento redujo los tiempos de atención de los mantenimientos correctivos en hasta 50%.
- La implementación de los almacenes de repuestos del área de mantenimiento permitió incrementar en 47% la capacidad instalada de almacenaje.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar muestreos simples cada 3 meses para verificar si el impacto de las contramedidas implementadas sigue siendo efectivas.
- Se recomienda revisar los resultados obtenidos con expertos en mejora continua e institutos de calidad para poder validarlos.
- Se recomienda crear un área de mejora continua dentro del área de producción-calidad que contribuya a la mejora continua en el proceso productivo.
- Se recomienda insertar funciones de mejorar continua a todos los operarios del proceso productivo con el fin de encontrar nuevas contramedidas que mejoren el proceso productivo.



BIBLIOGRAFIA

CASTRO, C; VÉLEZ, M & CASTRO, J.

2011 '*Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de criterio y efectos en la asignación de pesos*' - Colombia.

CHINCHILLA, JOSE

2009 Diagrama SIPOC. 2009. Recuperado de:

<http://engindustrial.blogspot.com/2009/08/modelo-sipoc.html>

CLAURE, V; CORAHUA, A; VENTOCILLA, E & VINELLI, L.

2017 "Diagnóstico Operativo Empresarial de la Empresa de Plásticos Perú Alfa" [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica Del Perú]

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/10014>

ESPINOZA, ANTHONY

2020 "Propuesta de mejora continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PDCA y manufactura esbelta" [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica Del Perú]

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/15595>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

2022 Situación Actual del Plástico – Lima

<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/industria-plastico-peru.pdf>

JANES R.EVANS & WILLIAN M.LINSAY

2008 *Administración y Control de la Calidad 7 Edición* – México

KRAJEWSKI, L & RITZMAN, L.P

2013 *Administración de Operaciones*. México: Editorial Pearson Prentice Hall

LOPEZ, ORLANDO

2015 La mejora continua: objetivo determinante para alcanzar la excelencia en instituciones de educación superior - Edumecentro.

MONTGOMERY, DOUGLAS

2016 Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería - 6da edición. México. Editorial Limusa.

SOCIEDAD NACIONAL DE INDUSTRIAS SNI

2021 informe técnico n°45 - Situación Actual del Plástico – noviembre 218 - Lima

<https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2022/01/45-Situacion-actual-del-sector-plastico.pdf>

VILLAVERDE, JESUS

2012 “Propuesta de implementación de los 14 principios del Dr. Deming en una empresa de envases y envolturas plásticas” [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica Del Perú]

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/4478>

