



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Propuesta de mejora del proceso productivo integrando el ciclo DMAMC Y KAIZEN para mejorar la baja eficiencia producida por las mermas en una MYPE de producción de envases plásticos”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR(ES)

Javier Flores, Kerly Pamela (U201111991)

Soria Marin, Jose Gerardo (U201211989)

ASESOR

Castro Rangel, Percy Roberto

Lima, 5 de diciembre del 2020

Dedicatoria:

*Dedicamos este trabajo a nuestros padres,
por su amor, trabajo y sacrificio en
todos estos años, gracias a ustedes
hemos logrado llegar hasta aquí.*

*A nuestras hermanas, por siempre estar
presentes, acompañándonos y su apoyo
a lo largo de esta etapa.*

RESUMEN

Este trabajo contribuye a la organización estudiada a mejorar los procedimientos del proceso de laminación (compuestas por BOPP y PEBD) para así reducir las mermas y los productos defectuosos, estas representan un 15% de desperdicios del total de materia prima que ingresa al proceso, sin embargo, con la aplicación de las metodologías se logró reducir a un 6.2% de desperdicios, resultando en ahorros operacionales en el rango de s/. 46,580 al año. La utilización de las fases DMAIC y Lean, cada uno a su manera, son las principales técnicas estratégicas de resolución de problemas en el mundo industrial. La integración de los dos métodos de calidad traerá la herramienta necesaria para eliminar las mermas y mejorar la productividad a través del comportamiento de los trabajadores, el trabajo en equipo y optimizando los procesos. Los gerentes e ingenieros encargados de mejorar las operaciones y los procesos pueden beneficiarse de este documento, ya que puede servir de guía para dirigir la realización de futuros proyectos y la aplicación empírica de sus principios y herramientas.

Palabras Clave - DMAIC, Lean, BOPP (Polipropileno Bi Axialmente Orientado), PEBD (Polietileno de baja densidad)

ABSTRACT

This work contributes to help the organization studied to improve procedures for the lamination process (compound of BOPP and LDPE) to reduce waste and defective products, represent 15% of waste of all raw material entering To the process, however, with the application of the methodologies was reduced to a 6.2% of waste, resulting in operational savings in the range of s /. 46,580 per year. The use of the DMAIC and Lean phases, each in its own way, are the main strategic techniques for solving problems in the industrial world. The integration of the two quality methods will bring the necessary tool to eliminate the losses and improve the productivity through the behavior of the workers, the team work and optimizing the processes. Managers and engineers in charge of improving operations and processes can benefit from this document as it can guide future projects and the empirical application of their principles and tools.

Keywords - DMAIC, Lean, BOPP (Bi Axially Oriented Polypropylene) LDPE (Low Density Polyethylene)

INDICE

CAPITULO I : ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEORICO.....	13
1.1. Antecedentes	13
1.1.1. Industria de envases y embalajes.....	15
1.2. Problema a raíz de los antecedentes	16
1.3. Importancia.....	17
1.4. Motivación	17
1.5. Objetivo.....	18
1.5.1. Objetivo general:	18
1.5.2. Objetivos Específicos:.....	18
1.6. Organización de la tesis.....	18
1.7. Marco teórico	19
1.7.1. Fabricación de productos plásticos	19
1.7.2. Características de la materia prima	21
1.7.3. Conceptos relativos con la producción.....	22
1.7.4. Gestión por procesos	23
1.7.5. Eliminación de mudas	24
1.7.6. Metodología Lean Six Sigma.....	27
1.7.7. Sistema Integrado de Gestión de la Calidad (IQMS).....	27
1.7.8. Cultura Organizacional.....	29
1.7.9. Mantenimiento Productivo Total TPM	29
1.7.10. Normas legales en la industria plástica	31
RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 021-2011-MINAM.....	32
• Ley de plásticos que regula el uso de materiales plásticos en aplicaciones de empaque de un solo uso:.....	33
1.8. Estado del arte.	33

1.8.1. Metodología	33
❖ Planificación	34
❖ Desarrollo	35
❖ Resultados	35
1.8.2. Análisis de los Estudios.....	36
• Aplicación	36
• Análisis de identificación del problema	37
Fase de análisis.....	39
Fase de mejora.....	39
Pull concept Implementation.....	40
Fase de control	40
Conclusiones:	41
B. CASO: Plastic Injection Quality Controlling Using the Lean Six Sigma and FMEA Method.	41
C. CASO: Lean Six Sigma framework for the reduction of ship loading commercial time in the iron ore pelletising industry.....	46
D. CASO: Un enfoque de Lean Six Sigma para mejorar el proceso de producción.....	54
E. CASO: Mejora de rendimiento de OEE utilizando Lean Six Sigma.....	56
CAPITULO 2: SITUACION ACTUAL	58
2.1. Entorno / Sector.....	58
2.2. Empresa.....	58
2.2.1. Descripción.....	58
2.2.2. Misión y Visión MISIÓN	59
2.2.3. Localización	59
2.2.4. Organización	60
2.2.5. Descripción de todos los productos de la empresa.....	60
2.2.6. Principales clientes:.....	62

2.2.7. Competencia:.....	63
2.2.8. Participación en el mercado	64
2.3. Cadena de Valor	63
2.4. Proceso en la empresa.	64
2.4.1. Diagrama SIPOC.....	64
2.4.2. Maquinarias y Equipos 2.4.2.1.Maquina Impresora.....	65
2.4.2.2. Maquina Laminadora	66
2.4.2.3. Máquina Selladora y Cortadora	67
2.4.3. Diagrama de procesos Operativos.....	69
2.4.4. DOP.....	74
2.4.5. DAP.....	75
2.4.6. VSM.....	76
2.5. Diagnóstico de la situación actual:.....	77
Análisis de las causas	86
2.5.1. Causa – Efecto (Ishikawa).....	87
2.5.2. Factor material:.....	87
2.5.3. Factor maquina:.....	89
2.5.4. Factor mano de obra:.....	90
2.5.5. Árbol de problemas y de Objetivo	90
2.5.6. Vinculación de causas con solución.....	91
2.6. Hipótesis.....	92
CAPITULO III – PROPUESTA – APORTE	94
3.1. Vinculación de causa con solución	95
3.2. Diseño de la propuesta	96
A. LEAN SIX SIGMA	96
B. Mantenimiento autónomo	98

C.	Modelo propuesto.....	99
3.3.	MOTIVACIÓN DE LA PROPUESTA.....	100
3.4.	DISEÑO Y DESARROLLO.....	100
3.5.	APLICACIÓN METODOLOGÍA DMACM.....	101
3.5.1.	DEFINIR.....	102
3.5.2.	MEDIR.....	103
3.5.3.	ANALIZAR.....	104
3.5.4.	MEJORAR.....	104
3.5.5.	CONTROLAR.....	105
3.6.	Desarrollo del modelo.....	107
3.6.1.	Project Charter.....	107
C.	Objetivo del Proyecto.....	108
	Contenido del desarrollo del proyecto.....	110
✓	Herramientas tecnológicas.....	110
✓	Estudio de tiempos y métodos.....	110
✓	Gestión por procesos.....	110
✓	Establecer puntos de control.....	110
✓	Entrega formal del proyecto Exclusiones.....	110
	Stakeholders claves.....	110
	Hipótesis o Suposiciones.....	111
	Restricciones.....	111
E.	Factores Críticos de Éxito del Proyecto.....	111
F.	Planeamiento Inicial del Proyecto al alto nivel.....	112
	Beneficios Estimados:.....	112
G.	Autoridad del Proyecto.....	113
	Gerente Del Proyecto.....	113

Comité De Seguimiento (Dirección).....	113
3.6.1.2. Diagrama EDT	114
3.6.1.3. Cronograma de Ejecución del proyecto	115
3.6.1.4. Diagrama SIPOC.....	117
La voz del cliente a la satisfacción crítica.....	118
Obtención de la opinión del cliente.....	118
3.6.1.5. Análisis de la voz del cliente.....	119
3.6.1.6. Identificación de atributos de calidad	121
3.6.2. Medir 3.6.2.1.Recolección de datos	122
3.6.2.2. Análisis de capacidad de procesos.	125
3.6.2.3. CAPACIDAD SIXPACK	131
3.6.3. ANALIZAR	133
3.6.3.1. Distribución de problemas analizados	134
• Factor material.....	135
• Factor máquina	136
• Factor Mano de Obra.....	137
3.6.4. MEJORAR	138
3.6.4.1. Capacitación de mejora continua	140
Objetivos:	140
Programa Lean para Operarios:	140
3.6.4.2. Implementación de máquina (medidor de espesor).....	141
3.6.4.3. Proceso de Limpieza Autónoma:	145
3.6.4.4. Proceso de Lubricación Autónoma:	149
3.6.5. Controlar.....	151
Ficha de Indicadores	155
3.6.5.1. Restricciones	161

3.6.5.2. Resultados esperados	161
CAPÍTULO IV: VALIDACION DEL MODELO.....	162
4.1. Validación de la propuesta.....	162
4.1.1. Proyecto piloto.....	162
4.1.2. Desarrollo plan Piloto.....	165
4.2. Evaluación Económica.....	169
4.2.1. Flujo de Caja.....	169
4.2.1.1. Beneficios.....	169
4.2.1.2. Inversión del proyecto.....	170
4.2.1.3. Costos Operativos	172
4.2.1.4. Depreciación.....	172
4.2.2. Análisis del Costo/ Beneficio: TIR/VAN (a 10 años).....	174
4.3. Evaluación de riesgos.....	175
4.3.1. Matriz impacto – probabilidad – riesgo	175
4.3.2. Análisis de resultados.....	177
CAPITULO V. CONCLUSIONES.....	178
BIBLIOGRAFÍA.....	179

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Producción industrial de productos plásticos del 2013 al 2019 (Var. % Anual). Reporte Sectorial Plásticos 2019 – SNI	12
<i>Figura 2:</i> Principales sectores productivos que demandan productos plásticos. Estudios Económicos – Sociedad Nacional de Industrias	13
<i>Figura 3:</i> Procedimiento para la Gestión de procesos (DiANA). Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Hernández-Nariño, A., & Rodríguez, R. C. (2019). Procedure for process management: Methods and support tools.	22
<i>Figura 4:</i> Figura. El Modelo conceptual de un Sistema de Gestión que integra los requisitos del QMS y HACCP. Integrated Quality Management System For Food Production: A Case Of Dairy Products' Enterprise Saule Ospandiyarovna Akhmetova ¹ , Lyazzat Kemberbekovna Baibolova ² , Mira Serikovna Serikkyzy ³	26
<i>Figura 5:</i> TPM Visión Holística. Tina Kanti Agustady & Elizabeth A. Cudney (2018): Total productive maintenance, Total Quality Management & Business Excellence	29
<i>Figura 6.</i> Resumen de la medición de residuos. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 131	35
<i>Figura 7.</i> Diagrama de causa y efecto. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 131	36
<i>Figura 8.</i> Numero de prioridad de riesgo de cada causa raíz	36
<i>Figura 9.</i> Los factores y niveles de los factores en el diseño experimental factorial. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 131	37

<i>Figura 10.</i> Defects before improvement injection process of the T9 model. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 131	38
<i>Figura 11.</i> Defects after improvement injection process of the T9 model. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 131	39
<i>Figura 12.</i> Diagrama de Pareto para las mercancías defectuosas en el año 2014. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 105	41
<i>Figura 13.</i> Marco Lean Six Sigma. J.A Garza Reyes. Revista: Production Planning & Control	45
<i>Figura 14.</i> Comparación del tiempo de carga del buque comercial frente a la hora acordado. J.A Garza Reyes. Revista: Production Planning & Control.....	47
<i>Figura 15.</i> Análisis de Causa y efecto para el tiempo de carga del buque comercial.	49
<i>Figura 17.</i> Los pasos del DMAMC. Andrea Chiarini. (2015). Improvement of OEE performance using a Lean Six Sigma approach: an Italian manufacturing case study.....	55
<i>Figura 18:</i> Ubicación actual de la empresa Flexopack Perú S.A.C	57
<i>Figura 19:</i> Organigrama Flexopack Perú SAC. Elaboración propia.....	58
<i>Figura 20:</i> Cadena de valor. Elaboración Propia	63
<i>Figura 22:</i> Diagrama de SIPOC – Flexopack Perú. Elaboración Propia	64
<i>Figura 23:</i> Maquina Impresora.....	66
<i>Figura 24:</i> Maquina Laminadora. Flexopack Perú	67
<i>Figura 26.</i> Procedimiento de Impresión. Elaboración Propia.....	69

<i>Figura 27: Procedimiento de Corte. Elaboración propia</i>	70
<i>Figura 28. Procedimiento de Laminado. Elaboración propia</i>	71
<i>Figura 29: Proceso de Refilado. Elaboración propia.</i>	72
<i>Figura 30:Procedimiento de Sellado. Elaboración Propia</i>	73
<i>Figura 31: Diagrama de Operaciones de Procesos – Flexopack. Elaboración Propia</i>	74
<i>Figura 32 Diagrama de Análisis de Procesos – Flexopack. Elaboración Propia</i>	75
<i>Figura 33. Value Stream Mapping – Flexopack. Elaboración Propia</i>	76
<i>Figura 33. Variación del Producto entregado vs Producto Solicitado.</i>	79
<i>Figura 34. Variación de la merma generada. Elaboración propia.....</i>	83
<i>Figura 33. Diagrama causa y efecto de análisis Flexopack Perú. Elaboración propia</i>	86
<i>Figura 35. Variabilidad del espesor de las bobinas – 2019. Elaboración propia.</i>	88
<i>Figura 36. Diagrama de Árbol. Elaboración propia.....</i>	90
<i>Figura 37. Vinculación de Causas con Solución. Elaboración propia</i>	91
<i>Figura 39: Vinculación de herramientas con solución de la empresa Flexopack Perú. Elaboración Propia.....</i>	95
<i>Figura 40 : Modelo DMAMC, Lean Six Sigma. Garza-Reyes, J. A. (2016) ‘A Lean Six Sigma framework for the reduction of ship loading commercial time in the iron ore pelletising industry’, Production Planning and Control</i>	96
<i>Figura 41: Herramientas Lean Six Sigma – Modelo DMAMC. Pereira, A. M. H.(2019) ‘Lean six sigma approach to improve the production process in the mould industry: A case study’, Quality</i>	

Innovation Prosperity	97
<i>Figura 42:</i> TPM Visión Holística. Tina Kanti Agustiady & Elizabeth A. Cudney (2018): Total productive maintenance, Total Quality Management & Business Excellence.....	98
<i>Figura 43:</i> Modelo DMAMC Propuesto	99
<i>Figura 44:</i> Desarrollo de modelo propuesto. Elaboración propia	100
<i>Figura 46:</i> Diagrama de Flujo -Propuesta de solución. Elaboración Propia	106
<i>Figura 47:</i> Diagrama EDT Proyecto Flexopack Perú. Elaboración propia	114
<i>Figura 48:</i> Cronograma de Ejecución del proyecto. Elaboración propia.....	115
<i>Figura 48:</i> Gráfico de ventas 2019 en miles de dólares. Elaboración propia	122
<i>Figura 48.</i> Informe de capacidad del proceso de Selladora1. Elaboración propia.....	125
<i>Figura 49.</i> Informe de capacidad del proceso de Selladora2. Elaboración propia.....	126
<i>Figura 50.</i> Informe de capacidad del proceso de Impresión. Elaboración propia	127
<i>Figura 51.</i> Informe de capacidad del proceso de Laminado.....	128
<i>Figura 52.</i> Informe de capacidad del proceso de Selladora1. Elaboración propia.....	129
<i>Figura 53.</i> Informe de capacidad del proceso de Refilado. Elaboración propia.....	130
<i>Figura 54.</i> Informe de capacidad Sixpack del proceso merma.....	131
<i>Figura 55.</i> Análisis de causa raíz. Elaboración propia.....	133
<i>Figura 56.</i> Distribución en porcentajes de los problemas. Elaboración propia	134
<i>Figura 57.</i> Causas factor material. Elaboración propia.....	135
<i>Figura 58.</i> Variabilidad del espesor de las bobinas – 2019. Elaboración propia.....	136

<i>Figura 59.</i> Causas factor máquina. Elaboración propia.....	136
<i>Figura 60.</i> Causas factor mano de obra. Elaboración propia.....	137
<i>Figura 61:</i> Motivo de Bobina Defectuosa. Elaboración Propia.....	140
<i>Figura 64.</i> CHY – CB Medidor de espesor. Labthink	141
<i>Figura 65:</i> Formato de etiqueta. Elaboración Propia.....	142
<i>Figura 66:</i> Procedimiento: Recepción de Material. Elaboración propia	143
<i>Figura 67:</i> Sub- procedimiento: Inspeccionar Bobina. Elaboración propia	144
<i>Figura 68:</i> Motivos Parada de máquina. Elaboración propia	144
<i>Figura 62.</i> Detalle Mantenimiento autónomo. Elaboración propia	145
<i>Figura 63.</i> Proceso lubricación autónoma. Elaboración propia.....	150
<i>Figura 64:</i> Orden de impresión proceso de Impresión. Propuesta propia.	151
<i>Figura 65:</i> Orden de laminado proceso de Laminación. Propuesta propia.	152
<i>Figura 66:</i> Panel de producción Semanal propuesto. Elaboración propia.....	153
<i>Figura 67:</i> Panel de producción mensual propuesto. Elaboración Propia.....	154

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Detalle de Principales Clientes</i>	60
Tabla 2: <i>Detalle de productos y participación</i>	62
Tabla 3: <i>Producto no conforme en KG – Flexopack Perú SAC</i>	78
Tabla 4: <i>Producto no conforme en KG – Flexopack Perú SAC</i>	80
Tabla 5: <i>Productos devueltos Flexopack Perú SAC</i>	81
Tabla 6: <i>Kg de mermas generadas en el 2019 – FLEXOPACK PERU SAC</i>	82
Tabla 7 <i>Costo de Materia Prima directa en el proceso de Laminado</i>	84
Tabla 8. <i>Volumen Facturado 2019 vs Costo por Merma</i>	85
Tabla 9: <i>Causas Raíz de los Defectos de la bobina extruida – FLEXOPACK PERU SAC</i>	87
Tabla 10: <i>Causas Raíces de Máquina Parada – FLEXOPACK PERU SAC</i>	89
Tabla 11: <i>Causas Raíces del factor Mano de Obra – FLEXOPACK PERU SAC</i>	89
Tabla 12 <i>La voz del cliente</i>	120
Tabla 13: <i>Muestreo de la capacidad de las máquinas.</i>	124
Tabla 14 <i>Detalle equipos de protección al personal</i>	148
Tabla 15 <i>Comparación antes y después de la propuesta</i>	168
Tabla 16 <i>Beneficio económico proyectado.</i>	170
Tabla 17 <i>Detalle de la inversión necesaria</i>	171
Tabla 18 <i>Flujo de caja para la empresa.</i>	173
Tabla 19 <i>Tasa de corte del coste promedio ponderado del capital</i>	174
Tabla 20 <i>Impacto de Riesgo</i>	175
Tabla 21 <i>Principales riesgos que pueden afectar la propuesta de mejora</i>	175

CAPITULO I : ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEORICO

En el presente capítulo se expondrá los antecedentes del sector plástico, asimismo se analizará el problema que afecta el sector de la industria, posterior a ello se identificará los objetivos generales y específicos; adicional a ello se presentará el marco teórico del trabajo de investigación, en el cual se profundizará los conceptos y herramientas necesarias para el desarrollo de la propuesta de mejora. Por otro lado, este trabajo incluirá información sobre el estado del arte y el marco normativo del sector industrial del plástico en el Perú.

1.1. Antecedentes

En los últimos años el consumo de plásticos ha incrementado su uso; esto en relación a que ha sustituido en gran parte a metales y vidrio como materia prima para recipientes y al papel como principal material de embalaje, la industria ha demostrado un gran desarrollo debido al innumerable cantidad de aplicaciones que puede realizar el plástico en el sector.

Durante los años 2008 al 2017 la industria plástica evidenció etapas de sostenido crecimiento, sin embargo, en algunos años se ha observado periodos de recesión. La crisis financiera del 2009 provocó en la industria plástica un retroceso en 4%, respecto al año previo; sin embargo, durante los años 2010 y 2011, una fuerte demanda interna además de un importante dinamismo del sector construcción lograron un crecimiento de la industria en ambos años.(Kwak and Anbari, 2006)

En el año 2012, la producción retrocedió 0.8%, su primera caída desde el 2009, debido a la reducción de la producción en la fabricación de polietileno (-17.6%) y la fabricación del poliestireno (-16.9%).

Duran en el 2013 y 2014, el sector plástico se recuperó y creció 17,5% y 7,9% respectivamente, esto por un incremento en la demanda de tuberías, accesorios de PVC y el crecimiento de la

industria de bebidas no alcohólicas que requirió de una mayor cantidad de envases plásticos.

La recesión en el sector de construcción, la desaceleración del comercio y el debilitamiento de la demanda interna, trajo como consecuencia caídas por dos años consecutivos; en el 2015 se contrajo en 1,8% y en el 2016 decreció 0.8%

En el 2017, la industria del plástico creció en 1.2% esto en relación a la inversión pública que promovió mayor ejecución de obras públicas.

Asimismo, en el 2018 la industria del plástico logró un crecimiento de 4,5% la tasa más alta desde el 2014 esto se logró se obtuvo en relación al aumento de la demanda de productos plásticos, tales como obras de construcción, artículos para transporte, envase y embalaje con la finalidad de satisfacer la demanda interna.

Para el año 2019, en primer cuatrimestre presentó un crecimiento de 4.2%, esto se explica por el incremento de la demanda de tubo de plásticos, así como el aumento de fabricación de placas, láminas y cintas de plásticos.

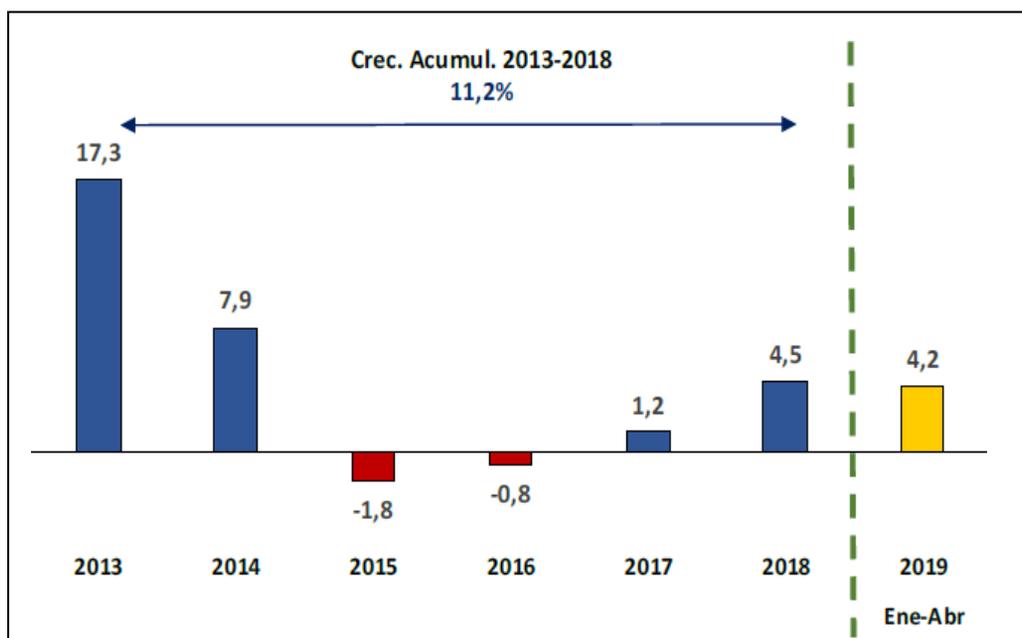


Figura 1: Producción industrial de productos plásticos del 2013 al 2019 (Var. % Anual). Reporte Sectorial Plásticos 2019 – SNI

Según la información obtenida por el Sector Nacional de Industrias en su último reporte, entre los principales sectores productivos que requieren de productos plásticos se encuentran el sector construcción en un 22%, ya que este necesita de una gran cantidad de productos plásticos como materiales termoestables, los que son utilizados en la construcción de puentes y edificios. Asimismo, otra actividad importante es el sector comercio con un 13%, el cual requiere de plásticos para sus actividades empresariales. *(Economía: Produce buscará que regulación del uso de plástico 'no sea nociva' par | NOTICIAS GESTIÓN PERÚ)*

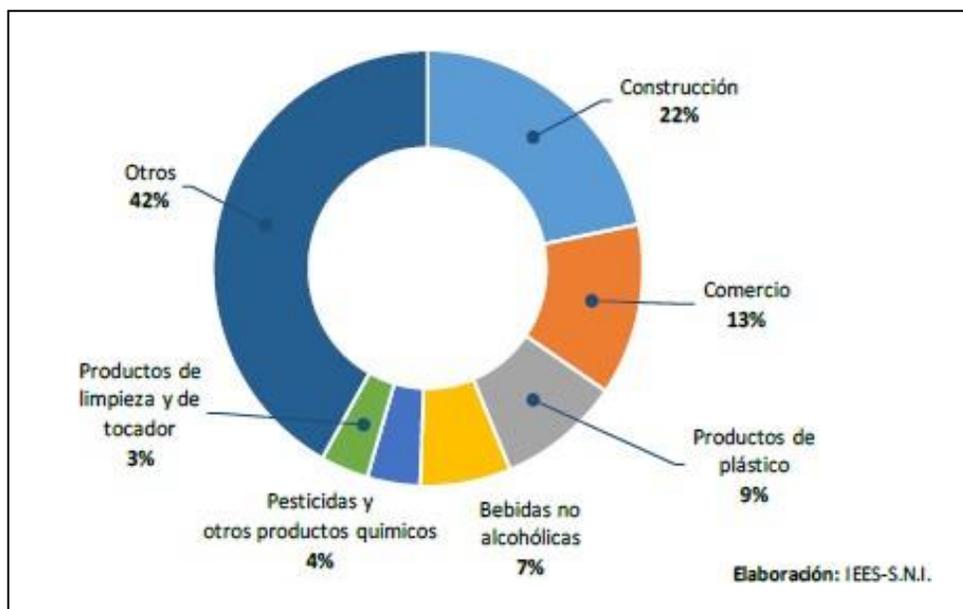


Figura 2: Principales sectores productivos que demandan productos plásticos. Estudios Económicos – Sociedad Nacional de Industrias

1.1.1. Industria de envases y embalajes

Continuando con lo mencionado, el crecimiento y del sector agroindustrial trajo como consecuencia un aumento en la producción de envases en el Perú, anteriormente el proceso de envasado de alimentos y bebidas se realizaba en el extranjero; sin embargo, en los últimos años el

número de fabricantes ha aumentado, logrando consolidarse como parte de la cadena de valor de productos alimenticios y bebidas, los principales factores que han potenciado este sector en nuestro país son(*El Mercado de Envases Para Agroindustria En Perú*, n.d.):

- Aumento de Agro exportaciones, en el 2016 las exportaciones representaban el 27% del total exportado en el Perú, esto como consecuencia incremento la demanda de envases para alimentos tanto para productos congelados como conserva.
- Creciente demanda de envases a nivel local y global; Perú se ha convertido en un proveedor importante de alimentos, es por esta razón que cada vez es mayor la producción de envases para la venta y distribución de productos que requieren de superficies para alimentos, asimismo, se ha vuelto exigente los controles de calidad.
- Nuevas tendencias de consumo, productos peruanos que actualmente han logrado posicionarse requieren de envases plásticos para su exportación.

En relación a los puntos mencionados la industria de envases y embalajes en el Perú están logrando consolidarse, Jaime Reátegui, presidente del Instituto Peruano de Envases y embalajes, proyectó que este sector crecerá entre 5% y 6% en el 2019, este crecimiento se sostiene a que cada vez más productos alimenticios son comercializados con envases, en comparación a otros años que la venta se realizaba a granel.

1.2. Problema a raíz de los antecedentes

Como ya se ha mencionado la industria de envases ha logrado grandes aportaciones al Perú; sin embargo, en el 2019 se aprobó Ley que regula el uso de plástico de un solo uso y los recipientes y envases descartables, el cual tiene como finalidad conservar el medio ambiente y el desarrollo sostenible, esto en consecuencia a que en los últimos años se ha encontrado alrededor de 13

millones de toneladas de plásticos en el océano, asimismo en el Perú se generan 18 mil toneladas de basura y sólo se recoge 8mil; el 48% se deposita en relleno solitario y lo demás se arroja en botaderos y ríos.

La producción de envases está promoviendo reducir el espesor con la finalidad de generar menor volumen de desechos; por ejemplo, la industria de papeles y cartones fabricando cartones con menor espesor, pero con la misma resistencia.

Asimismo, es necesario señalar que el Industria de Plástico ha manifestado que la solución no es la prohibición de plástico sino promover y desarrollar culturas de reciclaje en el Perú.

Bajo lo expuesto la industria de envases y embalajes requiere de acciones que permita reducir sus costos de producción y mejorar su producción con la finalidad de reducir residuos.

1.3. Importancia

El presente trabajo tiene su importancia en presentar a la empresa en estudio que analizando los procesos productivos en cada estación de trabajo e implementando herramientas que permitan reducir las mermas que se generan durante la producción se logrará cumplir con el límite permitido de entrega de producto final, asimismo como consecuencia tendrá impacto en los ingresos de la empresa.

1.4. Motivación

El motivo del presente trabajo de investigación radica en lograr que las herramientas analizadas tengan como consecuencia reducir el porcentaje de mermas que genera la empresa esto debido a que supera el 15% de la producción total. Asimismo, considerando que le empresa analizada es una PYME, la aplicación de procesos eficientes, ordenados y estandarizados, permitirán un

correcto desarrollo de la producción logrando así cumplir con las exigencias del mercado y fortalecer la relación con los clientes.

1.5. Objetivo

1.5.1. Objetivo general:

Elaborar una propuesta de mejora del proceso productivo integrando el ciclo DMAMC con Kaizen para disminuir el incremento de mermas en una PYME de producción de envases de plásticos.

1.5.2. Objetivos Específicos:

- Investigar y gestionar información acerca de Pymes, el ciclo DMAMC y herramientas Kaizen, así como casos de éxitos.
- Elaborar el análisis y diagnóstico del problema principal en la producción de envases plásticos.
- Implementar el ciclo DMAMC y la Herramienta Kaizen en relación al diagnóstico realizado y elaborar una propuesta de solución.
- Validar la solución y evaluar su impacto económico del modelo propuesto.

1.6. Organización de la tesis

En el capítulo uno , se hablará de los antecedentes y problemas que afectan al sector, además se expondrá el marco teórico para la realización del presente trabajo, y el marco normativo del sector. Para lograr con éxito los puntos mencionados se utilizará información tanto de internet de entidades gubernamentales, papers indexados, papers indexados de cuartiles 1, 2 hasta 3 inclusive, considerando el impacto adecuado a nuestra investigación.

En el capítulo dos, se presentará información de la industria plástica, como principal información

se expondrá a detalle datos de la empresa: (i) Informes de producción, (ii) Detalle de proceso productivo, (iii) motivos de mermas y defectos, para obtener la información del capítulo 2 se requiere asistir a la empresa y consolidar la información tanto del personal operativo como el personal administrativo. Este capítulo tiene como finalidad definir el problema, analizar el impacto económico y plantear la hipótesis como solución al problema.

En el capítulo tres se describirá la propuesta de mejorar para la mejorar del proceso productivo, en relación a la baja eficiencia de producción, esto sustentando y basado en la información obtenida en los artículos asimismo se detallará como se implementará este modelo en la empresa.

Como parte final, en el capítulo cuatro se validará el modelo y su impacto económico, asimismo, se debe implementar un piloto o simulación con la finalidad de establecer indicadores de impacto económico para la empresa.

1.7. Marco teórico

En este punto, se expondrá el marco teórico del trabajo de investigación, iniciando con los conceptos claves para la producción, asimismo, se definirá los tipos de procesos productivos, análisis de mermas y defectos y también se mostrará el ciclo DMAMC y análisis de la herramienta KAIZEN, mencionando las herramientas requeridas para esta propuesta.

1.7.1. Fabricación de productos plásticos

La industria plástica utiliza diferentes procesos que permiten moldear los plásticos en sus formas primarias, mediante, procesos de transformación en las que se aplica calor y presión para obtener finalmente, una gran variedad de materiales.

Entre los procesos que se intervienen en la transformación de los insumos primarios que se tienen son la extrusión, inyección, soplado, impresión, laminado, entre otros.

También es importante mencionar la flexografía, es un proceso de relieve que emplea una plancha de impresión de fotopolímero sobre la que se eleva el patrón de impresión deseado. La tinta se suministra a la plancha de impresión a través de un rodillo anilox medido, un cilindro finamente grabado con muchas celdas pequeñas. El tamaño y la frecuencia de estas celdas controla el volumen de tinta transferido a la placa de impresión estampada antes de que se transfiera posteriormente al sustrato. La formulación de tinta flexográfica funcional que contiene partículas conductoras, en contraste con la tinta pigmentada tradicional para aplicaciones gráficas, permite, por lo tanto, la impresión de configuraciones conductoras a medida. Sin embargo, persisten desafíos en la búsqueda de productos electrónicos impresos producidos en masa que tienen un mayor requisito de alta resolución, registro y uniformidad de impresión.(Morgan.2018)La optimización de la uniformidad de la película delgada es un aspecto importante para los recubrimientos de áreas grandes, particularmente para los recubrimientos ópticos donde las tolerancias de error pueden ser del orden de nanómetros. Parte del proceso de la fabricación de bolsas plásticas es revisar los métodos y simulaciones utilizados para mejorar la uniformidad de la película delgada en la deposición física de vapor (evaporación y pulverización catódica), cubriendo aspectos característicos de la emisión de fuentes de materiales, efectos de proyección / máscara en el espesor de la película. distribución, así como influencias geométricas y rotacionales de configuraciones de aparatos.(Wang, 2018)

Las bolsas de plásticos en la actualidad son un objeto cotidiano que se utiliza para poder transportar pequeñas cantidades de mercancías, además de utilizarse como envoltura de diversos productos, generalmente las bolsas están elaboradas, a partir del polietileno, ya que existen numerosos grupos

y variaciones de este material lo cual hace que el envase se amolde a las características indicadas por cada tipo de cliente y producto a envolver.

1.7.2. Características de la materia prima

La elaboración de productos plásticos como ya se había mencionado requiere de distintos materiales como el poliestireno y el polietileno, de los cuales detallaré a continuación.

Poliestireno (PS)

Es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno monómero. Las aplicaciones principales del poliestireno son la fabricación de envases mediante extrusión-termoformado, y de objetos diversos mediante moldeo por inyección.

Existen dos tipos principales de poliestireno:

- a. *Poliestirenos cristal:*** Llamados poli estirenos de uso general, que son transparentes y rígidos.
- b. *Poliestirenos de alto impacto:*** Por tener partículas de caucho ocluidas, son translúcidos y resistentes al impacto. El poliestireno, en ambas clases, presenta una serie de características excepcionales:

- ✓ Es liviano y resistente al agua, y puede ser un excelente aislante térmico y eléctrico.
- ✓ Su óptima estabilidad dimensional, dureza y rigidez son algunas de las razones por las que este material habitualmente es elegido para envases de alimentos.
- ✓ Posee alto grado de procesabilidad en transformación por moldeo, extrusión, termoformado y soplado.
- ✓ La gran variedad de grados que existen, lo hacen un material muy versátil, apto para una amplia gama de aplicaciones. Se fabrica en diferentes y atractivos colores, transparentes u opacos.

Polietilenos (PEBD, PEAD)

Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación, lo que genera una producción de aproximadamente 60 millones de toneladas anuales alrededor del mundo. Además, este material se produce a partir del etileno que es un derivado del petróleo o del gas natural. El etileno es un gas que es sometido en un reactor a un proceso de polimerización, es decir la formación de largas cadenas que conforman la estructura del plástico. Asimismo, existen distintas variedades de polietileno dependiente de la aplicación a utilizar. Para la fabricación de plásticos dos son las formas más conocidas, polietileno de alta densidad (PEAD) y el polietileno de baja densidad (PEBD), del cual se producen dos tipos PEBD convencional y PEBD lineal. Estas distintas variedades del polietileno presentan las siguientes características.

1.7.3. Conceptos relativos con la producción

La producción se lleva a cabo por medio de la ejecución de un conjunto de operaciones integradas en un proceso. Considerando que en la producción pueden obtenerse bienes o servicios, la actividad de una empresa no sólo se trata de una producción técnica en la que fabrica un bien, sino que la producción es una actividad económica, asimismo, cualquier actividad que proporcione un valor, con la finalidad de cubrir necesidades posibles de consumidores son consideradas actividad a producir. Es por ello, que la creación de bienes, ya sea por extracción a partir de recursos naturales o por manufactura industrial y /o la prestación de servicios de todo tipo que incluyen actividades como transporte, comercialización y otros serán pues actividades de producción.

La producción se lleva a cabo bajo un sistema productivo, los elementos que componen un sistema productivo son:

1. Materiales y productos adquiridos para llevar a cabo la producción.
2. Conjunto de medios humanos y materiales con lo que se dispone de inputs.
3. Inputs en la producción, los cuales con su aportación se puede llevar a cabo la actividad productiva.
4. Proceso de producción, elemento central del sistema productivo, el cual está constituido por un conjunto de actividades coordinadas que suponen la ejecución física de la producción.

1.7.4. Gestión por procesos

La gestión por procesos se considera como la forma de gerencia de los procesos empresariales en sustitución de la gestión tradicional basada en las funciones y puede ser definida como: La forma de gestión de la organización basándose en los procesos en busca de lograr la alineación de los mismos con la estrategia, misión y objetivos, como un sistema interrelacionado destinado a incrementar la satisfacción del cliente, la aportación de valor y la capacidad de respuesta. (Medina León.2019).

Para lograr una eficiente mejora de procesos Medina (2019) menciona que es necesario cumplir con diferentes premisas tales como: (i) Compromiso de la alta dirección y (ii) trabajo en equipo, con el objetivo de involucrar especialistas con la capacidad de aportar y tomar decisiones. Asimismo, propone el procedimiento “DiANA” para obtener una adecuada gestión por procesos.

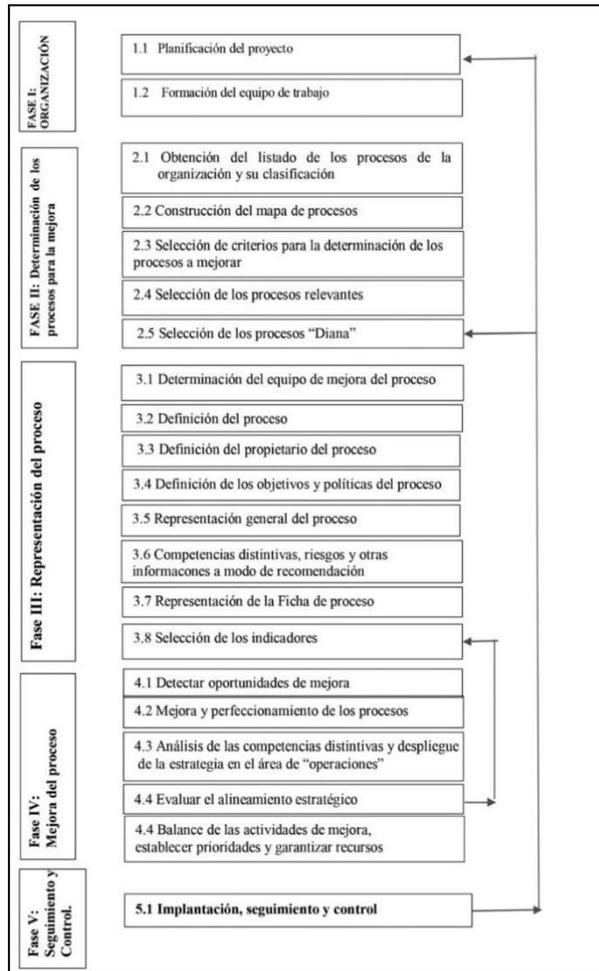


Figura 3: Procedimiento para la Gestión de procesos (DiANA). Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Hernández-Nariño, A., & Rodríguez, R. C. (2019). Procedure for process management: Methods and support tools.

1.7.5. Eliminación de mudas

El concepto mudo se define como las pérdidas y desperdicios que no generan ningún valor al cliente final, o que no está dispuesto a gastar. Asimismo, los residuos se generan durante todo el proceso productivo de la empresa sin considerar que tan efectivo o eficiente pueda ser un proceso, normalmente siempre se presentará un cierto grado de desperdicio (Burawat, 2019). El sistema productivo de Toyota ha definido 7 tipos de desperdicios que se generan durante la etapa de

producción de cualquier tipo de producto los cuales se definen:

- **Exceso de almacenamiento**

Uno de los desperdicios más claros son el exceso de almacenamiento de productos, este tipo de desperdicios oculta las ineficiencias presentadas en una empresa, esconde los problemas crónicos hasta el punto que varios han denominado al stock la “*raíz de todos los males*”. Bajo la perspectiva Lean/JIT, los inventarios se consideran como síntomas de una fábrica ineficiente debido:

- Se tratan de productos ya obsoletos, defectuosos, caducados, los cuales no se pueden observar solo hasta que se realice un inventario físico.
- Requiere de, mantenimiento, vigilancia, contabilidad, gestión.
- Desvirtúan las partidas de los activos de los balances. Contar con stock no ofrece retribución sobre las inversiones
- Generan costos difíciles de contabilizar: deterioros en la manipulación, obsolescencia de materiales, tiempo empleado en la detección de errores.

Los desperdicios por almacenamiento es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias esperando poder satisfacer las necesidades más inmediatas, el hecho de que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de producción no es continuo.

- **Sobreproducción**

Resultado de producir más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. Considerar que sobre producir es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora ya que parece que todo funciona correctamente El producir en exceso significa utilizar tiempo innecesario en fabricar un producto que no se necesita, lo que representa un consumo inútil de material. En varias situaciones la causa de la sobreproducción se genera en el exceso de capacidad de las máquinas, además de que los operarios están pendientes de no disminuir las tasas

de producción por lo que emplean el exceso de capacidad fabricando materiales en exceso.

- **Tiempo de espera**

Se considera como desperdicio el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente. Aquellos procesos que estén mal diseñados pueden provocar que unos operarios se encuentren parados esperando realizar algún proceso mientras otros están saturados de trabajo. Es por ello, que es preciso estudiar mecanismos para reducir o eliminar el tiempo perdido durante el proceso de fabricación.

- **Transporte y movimientos innecesarios**

Este tipo de desperdicio se considera cuando existe movimiento o manipulación de algún material de formar innecesario. Es necesario que las máquinas y las líneas de producción se encuentren lo más cerca posible y lograr que los materiales fluyan directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario. De esta manera es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores. Además, cuantas más veces se mueven los artículos de un lado para otro mayor son las probabilidades de que resulten dañados.

- **Defectos, rechazos y reprocesos**

El desperdicio ocasionado por errores es uno de los más aceptados en las empresas, a pesar de que estos significan una gran pérdida de productividad para las industrias, ya que este incluye trabajo extra a consecuencia de no realizar de manera correcta en un inicio el trabajo, es por ello, que los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores, de esta manera se podría conseguir productos acabados con una calidad adecuada, con el fin de eliminar cualquier necesidad de retrabajo o de inspecciones adicionales. Asimismo, debería de existir un control de calidad en tiempo real durante las estaciones de trabajo, de modo que los defectos puedan ser encontrados en cada proceso productivo.

1.7.6. Metodología Lean Six Sigma

Lean Six Sigma es un sistema integral para lograr y mantener el éxito empresarial mediante la comprensión de las necesidades del cliente, la disciplina de datos; agregar valor al reducir el desperdicio; y atención diligente a la gestión y mejora de procesos. Un componente clave de Lean Six Sigma es la participación y el apoyo de los altos directivos, por ello se descubrió que la alta dirección influye en el éxito o el fracaso de Six Sigma tomando acciones y decisiones que son consistentes con la iniciativa y creando una comunicación abierta sobre el proceso de implementación que permitir el aprendizaje y un mayor cambio. Otro componente clave de Lean Six Sigma es el análisis estadístico y *Figura* que se utiliza con el escrutinio del proceso. El análisis *Figura* incluye mapas de flujo de proceso y valor, diagramas de Pareto, histogramas, diagramas de caja y diagramas de control. Estas herramientas se utilizan para demostrar resultados medibles y para lograr un rendimiento financiero de un proyecto Lean Six Sigma. Un tercer componente clave es la infraestructura única que utiliza campeones, cinturones negros y cinturones verdes para liderar e implementar la iniciativa Lean Six Sigma. Los cinturones verdes y los cinturones negros son personal altamente capacitado en métodos Lean Six Sigma y proyectos de mejora de liderazgo. El campeón es generalmente un gerente senior que supervisa un proyecto de mejora. (Knapp, 2015)

1.7.7. Sistema Integrado de Gestión de la Calidad (IQMS)

La creación de IQMS supone la formación del modelo uniforme basado en los enfoques básicos y los principios subyacentes en las normas internacionales para la gestión dentro de diferentes sistemas mediante la combinación orgánica de sus requisitos. Teniendo en cuenta los requisitos formulados se creó el modelo conceptual de un sistema de gestión que integra los requisitos del Sistema de Gestión de Calidad (QMS) y el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control

(HACCP) Figura 4.

El modelo conceptual creado refleja los requisitos impuestos por las normas internacionales ISO de la serie 9000 y las normas HACCP para la calidad y seguridad de los productos alimenticios y permite minimizar todos los tipos de producción de recursos (humanos, temporales, materiales, etc.) utilizados durante el desarrollo, implementación, certificación de IQMS y su funcionamiento posterior. La elección de una forma de creación de IQMS se lleva a cabo dependiendo de la existencia o falta del sistema de gestión en funcionamiento en la empresa, las características de los sistemas de gestión y su orientación sobre la contabilidad de los requisitos del ambiente externo. (Akhmetova, Baibolova and Serikkyzy, 2019)

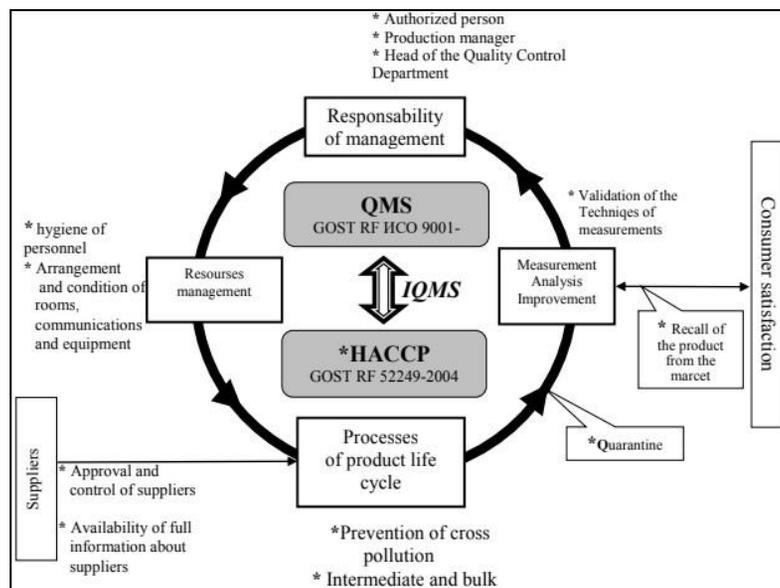


Figura 4: Figura. El Modelo conceptual de un Sistema de Gestión que integra los requisitos del QMS y HACCP. Integrated Quality Management System For Food Production: A Case Of Dairy Products' Enterprise Saule Ospandiyarovna Akhmetova¹, Lyazzat Kemberbekovna Baibolova², Mira Serikovna Serikkyzy³.

1.7.8. Cultura Organizacional

Pujol-Cols y Froustel (2018) desarrollan una metodología que integra, la cultura, identidad e imagen, esto se basa en el análisis de diferentes autores en la definición de cultura organizacional; Schein(2010) determinaba la cultura organizacional como el patrón de presunciones básicas que un determinado grupo ha creado o desarrollado con la finalidad de dar respuesta a problemas de adaptación externa como de integración interna, para Albert y Whetten (1985) la identidad organizacional representa el entendimiento colectivo y compartido en relación a los atributos más centrales, perdurables y distintivos de una organización, el tercer elemento la imagen organizacional ha sido definida para Hatch y Schultz (2002) como las creencias y sentimientos acerca de una organización que se encuentran en la mente de los clientes, proveedores, distribuidores, el estado entre otros.

La integración de estos tres principios promovió el desarrollo de la metodología propuesta, la cual consta de tres grandes etapas(Pujol-Cols and Foutel, 2018):

- (i) Estudios cualitativo exploratorio, empleando talleres, la observación del participante, revisión de fuentes documentales y focus groups.
- (ii) Estudio cuantitativo.
- (iii) Estudio cualitativo explicativo, a través de la conducción de entrevistas grupales e individuales.

1.7.9. Mantenimiento Productivo Total TPM

Hay cinco puntos que distinguen al Mantenimiento Productivo Total (TPM). Primero, TPM es un enfoque innovador de las técnicas de mantenimiento que optimizan la efectividad del equipo a través de la mejora continua que involucra tanto los procesos de productos como de servicios. A

continuación, TPM establece un sistema de mantenimiento basado en confiabilidad de clase mundial que utiliza mantenimiento proactivo, mantenimiento predictivo y mantenimiento preventivo. El enfoque de las prácticas de TPM involucra todo el ciclo de vida del equipo. El soporte de la alta dirección es un elemento clave para TPM. Debe haber aceptación en todos los niveles de la organización. Por lo tanto, la gerencia ejecutiva debe trabajar en correlación directa con los supervisores de primera línea, la gerencia media y las funciones de apoyo. TPM coordina a todo el personal en conjunto a través de la participación de eventos clave que incluyen proveedores, operadores, ingenieros y personal de mantenimiento. TPM promueve e implementa actividades en equipo en todos los niveles dentro de la organización con el mismo objetivo en mente de cero defectos y cero averías. Existen numerosos beneficios para TPM, que incluyen agudizar los conocimientos y habilidades relacionados con el equipo de los empleados, mejorar las comunicaciones internas, proporcionar la base para la creación y cooperación del equipo, establecer especificaciones de línea de base del equipo y diagnóstico de equipos, controlando la variación de equipos y reduciendo defectos, eliminando el tiempo de inactividad no planificado, asegurando que se lleve a cabo el control de calidad y el cumplimiento, aumentando la efectividad general del equipo (OEE) y eliminando la gestión de crisis.

La visión holística de alto nivel para TPM comienza con prácticas en toda la empresa y va en cascada hasta el mantenimiento autónomo, el mantenimiento preventivo, las funciones de apoyo a la gestión, el diseño y las mejoras de equipos de ingeniería y, finalmente, la mejora de la calidad. (Agustiady and Cudney, 2018) Como se muestra en el *Figura 5*.

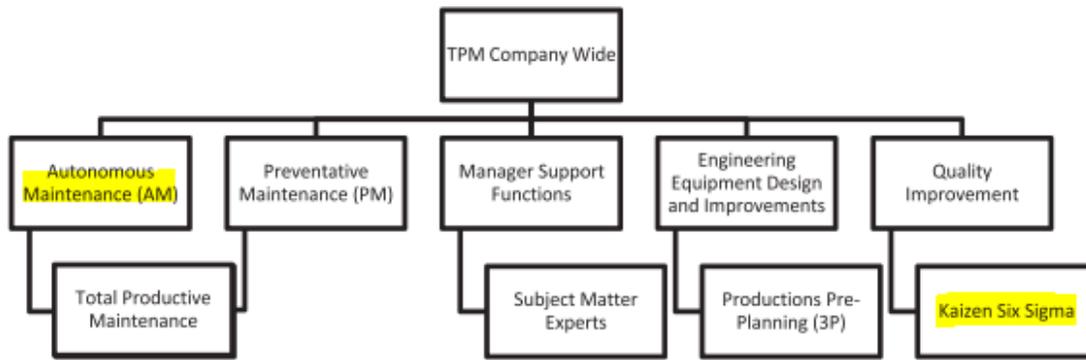


Figura 5: TPM Visión Holística. Tina Kanti Agustiady & Elizabeth A. Cudney (2018): Total productive maintenance, Total Quality Management & Business Excellence.

1.7.10. Normas legales en la industria plástica

“**Artículo 119°.** - Materiales de envases Los envases, que estén fabricados con metales o aleaciones de los mismos o con material plástico, en su caso, no deben contener:

- a) Impurezas constituidas por plomo, antimonio, zinc, cobre, cromo, hierro, estaño, mercurio, cadmio, arsénico u otros metales o metaloides que puedan ser considerados dañinos para la salud, en cantidades o niveles superiores a los límites máximos permitidos por la normatividad vigente.
- b) Monómeros residuales de estireno, de cloruro de vinilo, de acrilonitrilo, o de cualquier otro monómero residual o sustancia que puedan ser considerados nocivos para la salud, en cantidades superiores a los límites máximos permitidos por la normatividad vigente.

Los límites máximos permitidos a que se refieren los incisos a) y b) precedentes, se determinan en la norma sanitaria que dicta el Ministerio de Salud, sobre Buenas Prácticas de Fabricación y Límites Máximos Permisibles. La presente disposición es también aplicable, en lo que corresponda, a los laminados, barnices, películas, revestimientos, tintes u otras partes de los envases que estén en contacto con los alimentos y bebidas, los cuales no deben afectar la inocuidad de los mismos. Prohíbese reutilizar envases que hayan sido utilizados para contener productos

distintos a los alimentos y bebidas de consumo humano y la utilización de envases fabricados con reciclados de papel, cartón o plástico de segundo uso, salvo los casos del uso de envases fabricados a partir de envases PET (polietilentereftalato) de grado alimentario reciclado, que garantice su inocuidad para el contacto con alimentos y bebidas, debiendo contar con un certificado de conformidad emitido por un organismo de evaluación de la conformidad acreditado por INDECOPI u otro organismo acreditador de país extranjero que cuente con reconocimiento internacional firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) o del IAAC (Inter American Accreditation Cooperation). Podrán reutilizarse para la fabricación de bebidas, envases retornables que hayan contenido bebidas, sólo si son sometidos a un proceso de lavado y desinfección u otros procesos que garanticen los estándares de inocuidad del envase, siendo esto responsabilidad del fabricante”.

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 021-2011-MINAM

Artículo 1°.-

Porcentaje de material reciclado en plásticos El porcentaje mínimo de material reciclado para los plásticos es de ochenta (80%) por ciento. No se usará plásticos con material reciclado, cuando así lo dispongan las normas sanitarias expresas. Artículo 2°.- Porcentaje de material reciclado en papeles El porcentaje de material reciclado para papeles es: a) Para todos los tipos de papeles de embalaje y similares: cien (100%) por ciento de material reciclado. NORMAS LEGALES El Peruano Lima, miércoles 2 de febrero de 2011 435475 b) Para todos los tipos de papeles absorbentes: noventa (90%) por ciento de material reciclado. c) Para todos los tipos de papel de escritura e impresión incluido el papel bond de diferentes pesos: ochenta (80%) por ciento de material reciclado como mínimo. Artículo 3°.- Porcentaje de material reciclado en cartones Todos

los tipos de cartones obligatoriamente tendrán el cien (100%) por ciento de material reciclado.(*Decreto Supremo N° 013-2018-MINAM / Gobierno del Perú*)

- **Ley de plásticos que regula el uso de materiales plásticos en aplicaciones de empaque de un solo uso:**

Según el Sistema nacional de información ambiental (2019) se decretó la ley N° 30884, ley de plásticos que “regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables, prohíbe el consumo de aquellos productos de plástico que son innecesario o que representan un riesgo para la salud pública y/o el ambiente.”(*Decreto Supremo N° 013-2018-MINAM / Gobierno del Perú*).

1.8. Estado del arte.

1.8.1. Metodología

En los últimos años la industria del plástico ha incrementado drásticamente su uso, esto se debe a que se ha sustituido el uso del papel o cartón como material de embalaje. Asimismo, el plástico puede ser empleado para la fabricación de diversos productos, esto se debe a sus excelentes propiedades como, la baja densidad que permite la fabricación de objetos ligeros y la reducción de costos de transporte, además de moldeo fácil, para adquirir formas variadas que sean rígidas o flexibles.

El consumo del plástico en el Perú por habitante es de 30 kg, ya que la fabricación de productos plásticos en nuestro país depende en gran medida de la importación de materia prima entre otros insumos, es por ello que la apertura comercial que el Perú ha venido sosteniendo en los últimos años se encuentra en la búsqueda de nuevos mercados y la consolidación de otros, la producción de plásticos en nuestro país considera mucho valor agregado, de esta manera lo que se propone en las industrias del plástico es una constante mejora continua, en base a esto se propone implementar

la metodología Lean Six Sigma apoyado con el pensamiento Lean Manufacturing, mejorando los procesos mediante la eliminación de desperdicios y reducción de defectos con el fin de aumentar la satisfacción del cliente, por ello es importante llevar a cabo una entrega más rápida a más bajo precio en la cantidad requerida.

❖ **Planificación**

El objetivo de este estudio es desarrollar una herramienta que nos permita elaborar un plan de implementación adaptado a la empresa. En la literatura, varios estudios intentan evaluar a las empresas sobre el desempeño del sistema Lean Manufacturing en términos de tasa de producción, calidad, tiempo de entrega, etc.(Moya, 2019)

Otros escritores, como Mann (1999), argumentan que una buena identificación de los factores críticos del éxito fomenta el desarrollo de un plan de acción apropiado en la implementación del proyecto.

Después de la revisión de la literatura, los expertos definieron los factores finales en función a la importancia que tenían. Para poder llevar a cabo esta implementación hay que definir factores críticos:

1. **Gestión de Proveedores:** Las empresas deben poder gestionar y controlar a sus proveedores mediante procesos estandarizados. Además, se debe establecer una estrecha relación con los proveedores basada en la confianza.
2. **Orientación al cliente:** Las empresas deben tener una relación cercana con sus clientes, haciendo de su satisfacción el principal objetivo.
3. **Liderazgo:** El liderazgo debe facilitar el desarrollo de los objetivos marcados por la empresa.
4. **Habilidades y experiencias:** La formación de los empleados para promover el desarrollo de proyectos, y potenciar la capacidad de los empleados para comunicarse y trabajar en equipo.

5. **Compromiso de los empleados:** Debe estar compuesto por empleados motivados y comprometidos, desarrollar sus tareas dándoles cierta autonomía para determinadas decisiones
6. **Cultura organizacional:** La empresa debe poder adoptar una cultura de mejora continua que favorezca sus procesos.
7. **Estrategia y objetivos:** Las estrategias de la empresa deben aclarar los objetivos y la orientación, tanto interna como externa.
8. **Capacidad financiera:** La empresa debe tener los recursos para financiar diversos proyectos, capacitación del personal y posibles cambios estructurales dentro de la organización.

❖ **Desarrollo**

Para poder llevar a cabo el desarrollo, primero es considerar el número de factores elegidos. Es por esto por lo que los factores similares se agregaron en grupos denominados “Familias”. Se puede identificar tres familias, y se describe de la siguiente manera:

1. Relaciones externas evaluando todas las actividades de la empresa hacia su entorno, como proveedores y clientes.
2. Gestión de recursos humanos evaluando los aspectos de liderazgo en los negocios, incluyendo las habilidades de gestión y el compromiso de los empleados en el trabajo.
3. Gestión de procesos que evalúa todas las actividades relacionadas con el sistema de producción de la empresa: procesos de producción, gestión de indicadores y control.

❖ **Resultados**

Esta revisión de la literatura identificó un grupo de factores críticos que fueron validados y ponderados por expertos. Estos factores son importantes porque permite incrementar la probabilidad de éxito de un proyecto de Lean Six Sigma. El nivel jerárquico, muestra que los

factores más importantes son la cultura organizacional, la estrategia y objetivos, el compromiso de los empleados, la gestión de la calidad y la medición y control de indicadores.

1.8.2. Análisis de los Estudios

A. CASO Lean Six Sigma Application in Rear Combination Automotive Lighting Process

Las empresas de fabricación de piezas buscan metodologías de gestión que les permita mejorar sus productos y procesos, disminuir los costos, aumentar la rentabilidad y satisfacción del cliente. La empresa del caso de estudio es una grande, fabricante de iluminación del automóvil en Tailandia. La compañía produce altas variedades de frente y equipos de luces traseras que suministran a las empresas de montaje de automóviles y motocicletas. La encuesta de producción preliminar indica que la iluminación trasera del automóvil T9 tiene los defectos más altos (10.762 DPMO). Como resultado de ello, se aplica el método de Lean Six Sigma para reducir los defectos del proceso de manufactura del producto T9. Los pasos del Lean Six Sigma incluye la identificación de residuos (7 residuos), así como la reducción de residuos en el proceso de inyección (5 fases del enfoque de Six Sigma, es decir DMAMC permanente para definir, medir, analizar, mejorar y fases de control).(Sodkomkham and Chutima, 2016)

- **Aplicación**

Fase de definición.

A partir de los informes de defectos históricos entre enero de 2015 y Julio 2015, se encontró que el proceso de inyección tuvo la más alta tasa de defectos de 36.361 DPMO comparando con los otros. Cuatro de los defectos principales que se encuentran en la inyección del proceso incluye la línea de plata (39.8%), polvo (19.3%), tiro corto (15%), y el flash (7.4%). Como resultado, la aplicación de Lean Six Sigma se enfatiza en la más alta proporción de defectos, es

decir, los defectos de la línea de plata.

Fase de medición.

Esta fase implica dos pasos principales, es decir, los residuos de medición y análisis de identificación de problemas, que se puede describir de la siguiente manera (véase, la Figura 6).

No.	Types of waste	Frequency (%)
1	Over production	31.39
2	Unnecessary transportation	4.11
3	Waiting	5.34
4	Unnecessary Inventory	16.39
5	Defects	37.70
6	Unnecessary motions	1.42
7	Inappropriate operation	3.65

Figura 6. Resumen de la medición de residuos. IOP

Conf. Series: Materials Science and Engineering 131

En la actualidad, el proceso de fabricación del modelo T9 se ejecuta basándose en el concepto de producción de empuje, donde la programación prevista se utiliza para determinar la cantidad de producción a ser producido en cada mes.

- **Análisis de identificación del problema**

Al anotar estas relaciones (es decir, 0, 1, 3 y 9), estas puntuaciones fueron ordenadas de mayor a menor por el diagrama de Pareto y los que tienen efectos significativos (la puntuación alta es 9) se seleccionaron para posterior análisis. Como resultado, los factores de relevancia se redujeron en 7, como se muestra en el siguiente *Figura*.

Item	Area cause	Process input	Total
1		Operators lack of training	3
2	Man	Operators lack of knowledge	1
3		Operators lack of experiences and skills	1
4		Quality of plastic	3
5		Design of mold does not fit	9
6	Machine	Machine breakdown	9
7		Clamping force for injection molding	3
8		Screw and Barrel are corroded	3
9		Time of bake plastic	9
10		Temperature of bake plastic	9
11	Method	Speed of injection	9
12		Pressure of injection	9
13		Time of cooling part	9
14	Measurement	Measurement system instability	3
15	Environment	Humidity in working area	3
16		Temperature in working area	0

Figura 7. Diagrama de causa y efecto. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 131

Se seleccionaron las causas de raíz con la puntuación más alta (9 puntos) para analizar más a fondo los factores que tuvieron un impacto significativo en el defecto de la línea de plata. El número de prioridad de riesgo de cada raíz causa se calculó³⁹.

No.	Potential Failure	Risk Priority Number (RPN)
1	Design of mold does not fit	108
2	Machine breakdown	120
3	Time of bake plastic	486
4	Temperature of bake plastic	648
5	Speed of injection	720
6	Pressure of injection	648
7	Time of cooling part	448

Figura 8. Numero de prioridad de riesgo de cada causa raíz. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 131

El Figura 8 muestra cinco factores potenciales que se firmaron a partir de las reuniones de intercambio de ideas entre ellos la velocidad de inyección, la presión de inyección, la temperatura de hornear el plástico, el tiempo de hornear el plástico y la hora de enfriamiento parcial. Como

resultado, estos 5 factores serán seleccionados para experimentos en la fase siguiente, que era el 96% de la puntuación total.

Fase de análisis

Los datos experimentales se analizaron mediante el software Minitab y el diagrama de Pareto de los efectos. El efecto mayor con un valor mayor que 0.1588 es un factor significativo en el 95% de confianza de intervalo. Por lo tanto, se puede concluir que los efectos principales A y B son significativos a 95% de confianza. Como resultado, todos los factores importantes necesitan más investigación para encontrar su ajuste de nivel adecuado.

Fase de mejora

En esta fase, más niveles de los factores significativos derivados de la $2k-1$ factorial fraccional experimentos se ensayaron para encontrar sus niveles apropiados que puedan reducir los defectos en el proceso de inyección de la iluminación del automóvil combinación trasera. Las estadísticas muestran que los principales efectos y la interacción de dos vías tienen los valores p menos de 0.05. Por lo tanto, se puede concluir que los principales defectos de la interacción eran significativos. Por lo tanto, factor A (velocidad de inyección) se fijó en 20% (alto nivel del factor A), mientras que el factor B (presión de inyección) se fijó en 155 kg/cm² (nivel medio del factor B).

No.	Factors	Units	Symbols	Levels of factor		
				Low (-1)	Medium (0)	High (1)
1	Speed of injection	percentage	A	10	15	20
2	Pressure of injection	kilograms/square centimeter	B	150	155	160

Figura 9. Los factores y niveles de los factores en el diseño experimental factorial. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 131

Pull concept Implementation

Desde que la compañía aplica el concepto de producción de empuje, los productos terminados se producen de acuerdo a la demanda prevista y sin consideración de las necesidades del cliente real. En consecuencia, gran cantidad de piezas de trabajo en curso se han encontrado estancado en el taller de almacén que estaba completamente lleno con productos terminados innecesarios.(Sodkomkham and Chutima, 2016)

Fase de control

En esta fase, se llevaron a cabo todos los ajustes de los factores significativos derivados de la fase previa en el proceso y los datos relativos al defecto producido en el proceso de inyección de la parte trasera de la iluminación del automóvil se recogieron durante 30 días. Se encontró que la cantidad de defectos se redujo sustancialmente.

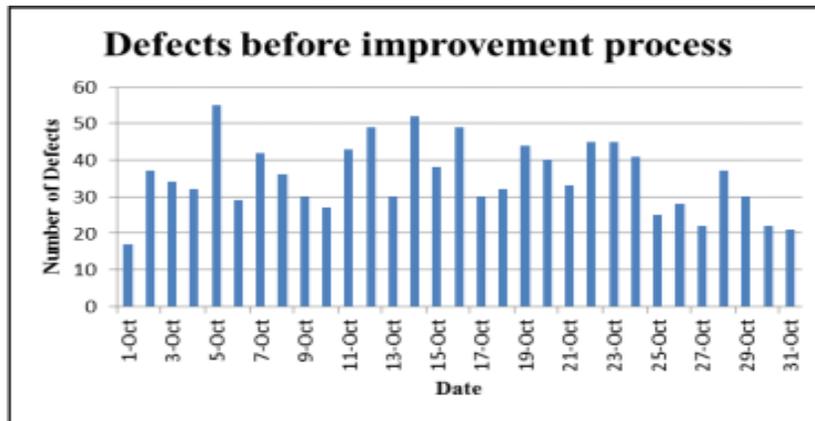


Figura 10. Defects before improvement injection process of the T9 model. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 131

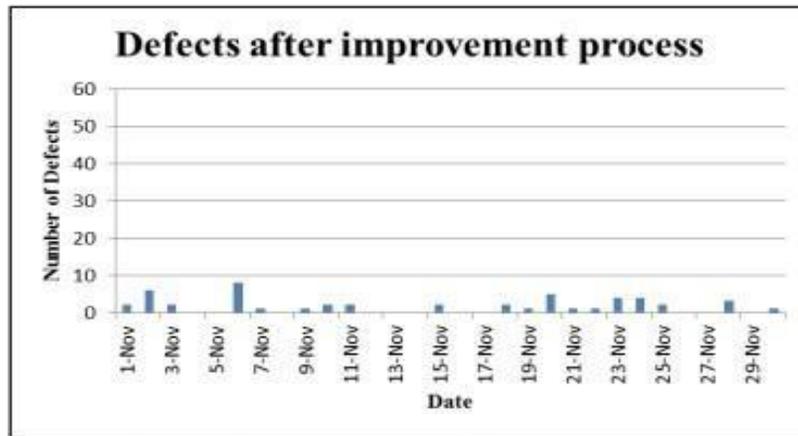


Figura 11. Defects after improvement injection process of the T9 model. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 131

Conclusiones:

Se aplicó el método Lean Six Sigma para reducir desechos que se produjeron en la combinación trasera de iluminación del automóvil del proceso de fabricación T9. Actualmente, se enfrenta a dos problemas, es decir, la alta tasa de defectos y un alto inventario. Los cinco pasos del Six Sigma se utilizaron de forma sistemática a fin de encontrar el adecuado ajuste de los parámetros de los factores importantes. Se encontró también que la velocidad de inyección y la presión de inyección tuvo efectos significativos sobre el problema de interés. Después de aplicar todos los ajustes nuevos en el proceso, la tasa de defectos se redujo a 3.029 DPMO. Además, después de la implementación del sistema Kanban, la empresa ha conseguido una mejora sustancial en la reducción del tiempo de espera en un 44%, el inventario en proceso se redujo en un 42%.

B. CASO: Plastic Injection Quality Controlling Using the Lean Six Sigma and FMEA

Method

Introducción.

PT. Yogya Presisi Teknikatama Industri (PT.YPTI) es una de las empresas que se dedican al servicio de hacer molde de un producto, piezas de precisión para las necesidades de las maquinas

industriales, así como el plástico de inyección. Uno de los productos producidos en la división de inyección de plástico Bush. Tiene algunos defectos y hay también un gran derroche como el brote corto, burbujas, el exceso de corte. En cuanto a los residuos durante el proceso de producción, hay material que sale de la tolva secadora, la reparación de las maquinas rotas y materiales de reproceso resulta utilizar maquinas trituradoras dispersas alrededor de la zona de producción.

Muchos tipos de defectos y los residuos que se produce durante el proceso de producción causaran más costos para la empresa. Esta investigación ofrece la improvisación del sistema de control de calidad mediante la integración del Lean Six Sigma y modos de fallo y efecto de análisis (AMFE); no solo para los productos, sino también para el proceso de producción. Por lo tanto, utilizando el enfoque del Lean que se espera saber en cuanto los residuos aumentará los costos de producción y utilizando el concepto Six Sigma, la empresa puede mejorar el nivel de calidad del producto y reducir al mínimo el nivel de producto defectuoso. Mejora el uso de la FMEA para identificar las causas fundamentales de los productos defectuosos, así como la mejora en la prioridad el factor dominante que hace que los productos defectuosos de la puntuación más alta RPN.

Six Sigma es una visión de mejora de calidad hacia el objetivo del 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO) para cada transacción de productos (bienes y servicios), vigoroso esfuerzo hacia la perfección (cero defectos). Six Sigma es una técnica que permite la evaluación objetiva del rendimiento del proceso. El Sigma – métrico cuantifica el rendimiento de un proceso de pruebas analíticas. El diagrama de decisiones de método es una herramienta visual que diferencia el rendimiento Sigma. En este caso de estudio la herramienta de diseño de control de calidad puede mejorar FMEA, el proceso de evaluación de riesgos. Hay cinco etapas básicas en el uso de la estrategia de Six Sigma, es decir, definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAMC).

Controles.

Como parte del enfoque de Six Sigma, es necesario controlar para asegurar que los resultados deseados se encuentran en el proceso de consecución. Resultados de la fase de mejora deben aplicarse dentro de un cierto tiempo para ser capaz de ver el efecto sobre la calidad del producto producido⁴⁸. En esta etapa los resultados de mejora de la calidad están documentadas y difundidas, las mejores prácticas exitosas en la mejora del proceso son estandarizadas y difundidas, los procedimientos se documentan y se utilizan como las especificaciones y estándares de trabajo, así como la propiedad o la responsabilidad se transfiere desde el equipo de Six Sigma para el propietario o persona encargada del proceso.

Con respecto al análisis crítico de la calidad (CTQ), la base en el resultado del cálculo, encontramos que los montos defectuosos y el porcentaje de cada defecto, es decir, la burbuja era 2.460 PC (47,19%), moteado fue de 1.521 PC (29,18 %), brote corto era 1.112 PC (21.33 %), fregadero de la marca era de 48 piezas (0,92 %), decolora fue de 30 PC (0,58 %), Sumergido era de 20 PC (0,38 %), parpadeante era 16 PC (0,31 %) y el exceso de corte fue de 6 PC (0,12 %)(Mansur, Mu'Alim and Sunaryo, 2016) .

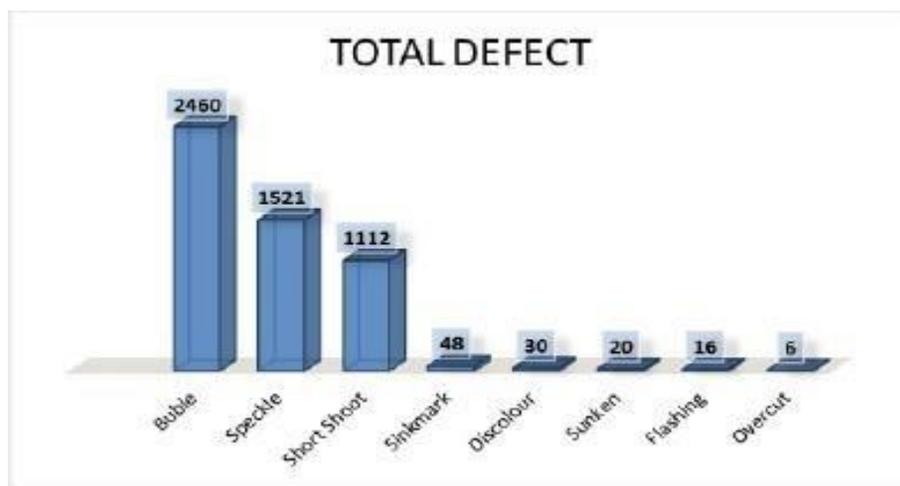


Figura 12. Diagrama de Pareto para las mercancías defectuosas en el año 2014. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 105

Sobre la base de la figura anterior, hay 3 de 8 tipos de defectos que haya incurrido el mas en la producción de Bush en 2014, es decir, de la burbuja, brote corto y moteado; por lo que los tres serán considerados como críticos para la calidad.

Análisis mejora utilizando FMEA.

A partir del cálculo de FMEA, la puntuación más alta RPN sobre los tipos dominantes de los defectos de tipo burbuja con puntuación RPN de 729, parpadear y el material fundido a cabo en el canal de calentamiento con la puntuación RPN de 384, más de corte con la puntuación de RPN 324 y depresión superficial con una puntuación de 270 RPN. Las recomendaciones de mejora para prevenir la recurrencia de defectos en los productos Bush son:

Por defecto de la burbuja:

- Asegúrese de que el material pasa a través del secado apropiado.
- Aumentar la presión del tornillo de retorno durante el proceso de plastificación para forzar el gas fuera del cilindro.
- Fijar el sistema de ventilación de gas en el molde de manera que el gas no se encuentra atrapado en el producto.
- Bajar la velocidad de inyección para dar tiempo a que el gas salga a través del sistema de ventilación.

Para el material fundido hacia fuera en los problemas de los canales de calentamiento:

- Asegúrese de que el cañón es preciso/encajar el orificio de moldeo.
- Limpie el molde de manera que los orificios no estén obstruidos y el material puede fluir suavemente en el molde.

Por el defecto intermitente y depresión superficial:

Si el problema se refiere a la calidad del material, se puede sustituir con un material con un grado que tiene una mejor velocidad de flujo y también puede reducir la temperatura del plástico.

- Si el problema se refiere al desgaste del molde, el molde puede ser reparado o reemplazado con un mejor molde.
- Reducir el tiempo del ciclo del producto, ya que puede causar intermitente en el producto si se utiliza durante demasiado tiempo.

Por defecto de sobre corte:

- La mejora de la estación de operador de herramientas y producción de trabajo
- Incrementar el operador rigor y disciplina
- Proporcionar instalaciones de trabajo tal como el aire acondicionado o reemplazar los asientos y una mesa de trabajo más ergonómico.

Conclusiones.

Sobre la base de los resultados de la recolección de datos y procesamiento, así como el análisis que se ha explicado anteriormente, se puede concluir que:

- Los tipos de residuos en el proceso de producción Bush en PT. YPTI pueden ser identificados y clasificados en cuatro procesos, es decir, durante el proceso de máquinas de inyección, el acabado y corte de procesos, control de calidad y el proceso de envasado. En cuanto a los tipos de defectos encontrados en el producto de los terminales esta burbuja, punto, brote y corte, hundido, depresión superficial, a lo largo de corte, intermitente y cambiar de color.
- Con base en el número total de defectos que se utiliza como el atributo para el cálculo de la totalidad de los productos en el año 2014, la puntuación DPMO está en el nivel 988.42 o 4.6 sigma, lo que significa que la empresa sigue produciendo productos defectuosos de

5213 piezas por un millón de productos. Para el 2014, el proceso general puede ser considerado como bastante competitivo y están en promedio de la industria de los EE.UU. si bien los resultados de la transformación de los datos variables los productos de Bush, la puntuación DPMO es bastante alto y el nivel sigma es todavía lejos del objetivo, que está a solo 3.4 sigma. En otras palabras, se puede decir que la puntuación de capacidad del proceso se encuentra todavía en el nivel medio de Indonesia y menos competitivo.

C. CASO: Lean Six Sigma framework for the reduction of ship loading commercial time in the iron ore pelletising industry

La industria del hierro ha sufrido este efecto con la baja del precio del mineral de hierro en los últimos años, lo que ha hecho que las organizaciones que operan en este sector reduzcan sus costos de operación de manera de mejorar la eficiencia no sólo para mejorar su margen de ganancia, sino también para sobrevivir. Para esto, el principio y las herramientas del LSS han sido abierta y satisfactoriamente adoptados por las organizaciones para reducir costos operacionales e incrementar el valor para sus consumidores en diferentes sectores industriales como manufactura, servicios, logística, cuidado de la salud, entre otros. Esto nos lleva a realizar un estudio para saber si es que los productores de hierro pueden llegar a tener los mismos beneficios operacionales que sus similares en otras industrias. Sin embargo, algunos investigadores sugieren que, para obtener resultados efectivos, un marco LSS debe ser científica y especialmente diseñado para implementar y conducir efectivamente las iniciativas de mejora de LSS.

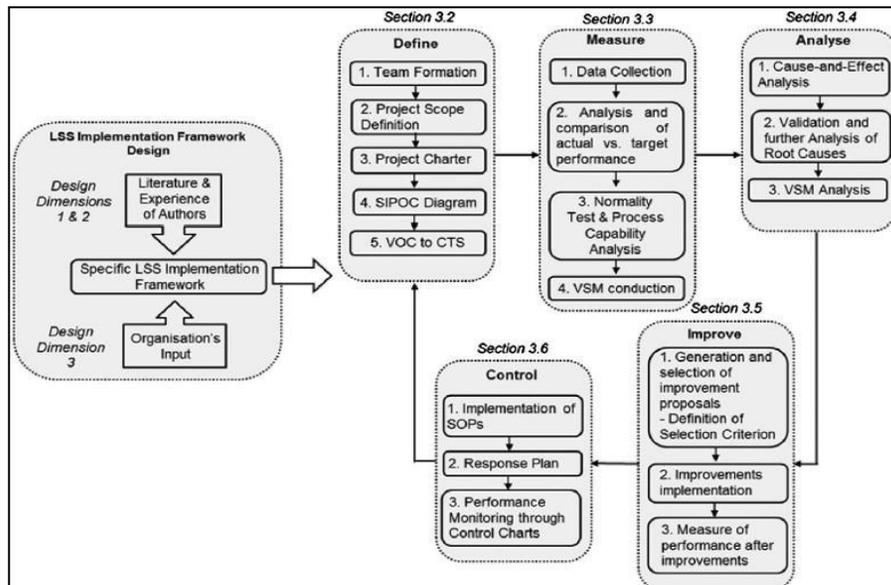


Figura 13. Marco Lean Six Sigma. J.A Garza Reyes. Revista: Production Planning & Control

Este artículo presenta un estudio de caso basado en la investigación de acción donde fue diseñada una implementación específica del marco siguiendo los 5 pasos tradicionales del DMAMC y definiendo la secuencia de algunas actividades y aplicación de algunas herramientas del LSS para reducir el tiempo de carga de los buques comerciales de un gran productor de hierro. La empresa estudiada estaba siendo afectada por la baja del precio del mineral de hierro por lo que buscó el mejoramiento de sus operaciones para optimizar sus activos y procesos para ganar eficiencia para combatir la situación de esta manera. Particularmente, la organización estudiada tenía un reto en la operación portuaria, la cual necesitaba adherir especificaciones de carga, en términos de tiempo, de manera de satisfacer a los clientes y evitar multas por exceder el tiempo de carga.

Etapa de definición:

La clave de una exitosa implementación está en definir efectivamente el alcance del proyecto. En la organización estudiada, toda la operación de puerto consistía en cargar y descargar. Sin embargo, desde que la organización estaba experimentando más problemas en la operación de carga, la alta dirección decidió concentrar el proyecto LSS sólo en esta operación. Por otro lado, dos tipos de productos fueron cargados por separado: bolas de mineral de hierro y mineral para sinterización. Todo el proceso de extremo a extremo de la operación de carga incluía un número de actividades que eran realizadas por diferentes unidades de negocio para un mayor nivel de visión de estas actividades. Sin embargo, desde que el tiempo operacional viene siendo contado desde el nombramiento y la disponibilidad operacional (NOR), actividad que es parte del proceso de atraque hasta que el buque ha sido cargado completamente, este proyecto LSS sólo se enfocó en mejorar el tiempo de atraque y carga.

Por último, en la etapa de definición corresponde en recoger y traducir las necesidades del cliente en específicos factores de Critical to satisfaction (CTS). Estos están relacionados con factores que son críticos para la entrega, calidad o costo y que pueden tener un impacto significativo en la salida del proceso. Como el tiempo de carga comercial de los buques depende de dos principales contribuyentes de proceso, los factores CTS fueron derivados de los 2.

Etapa de medida:

El objetivo de la etapa de medida es proveer una estructura para evaluar el rendimiento actual de un proceso evaluando estadísticamente, monitoreando y comparando el rendimiento actual con su salida. En este caso, los datos fueron recolectados siguiendo un plan recolector de datos preestablecido que incluía la recogida de datos relativos a diferentes características del proceso de carga y sus salidas. En particular, los datos recogidos incluyen características del proceso de carga

como el número de buque, categoría del barco (es decir, 1, 2 o 3), tipo de producto (es decir, bolas de mineral de hierro y mineral para sinterización), así como salidas que consistían en la cantidad cargada, tiempo de carga comercial (h) y la velocidad de carga (toneladas / h). Los datos fueron recogidos durante un período de tres meses, lo que resultó en una muestra de 155 barcos observados. Los datos recogidos permitieron la realización de los análisis posteriores llevado a cabo en esta y en otras fases del proyecto.

El tiempo de carga del buque comercial representa una de las salidas de rendimiento de proceso. Con base en el desempeño real del buque de carga del tiempo comercial recogido como se ha descrito anteriormente, las 155 observaciones fueron divididos por categorías de buques y sus promedios calculados y en principio se compara con el buque de carga del tiempo comercial acordado con el cliente. Como se muestra en la figura 12. Esto contribuyo en la comprensión de la brecha entre el real y el rendimiento requerido del proceso de carga de buques. El tiempo real del proceso de carga no cumplía con los requisitos del cliente.

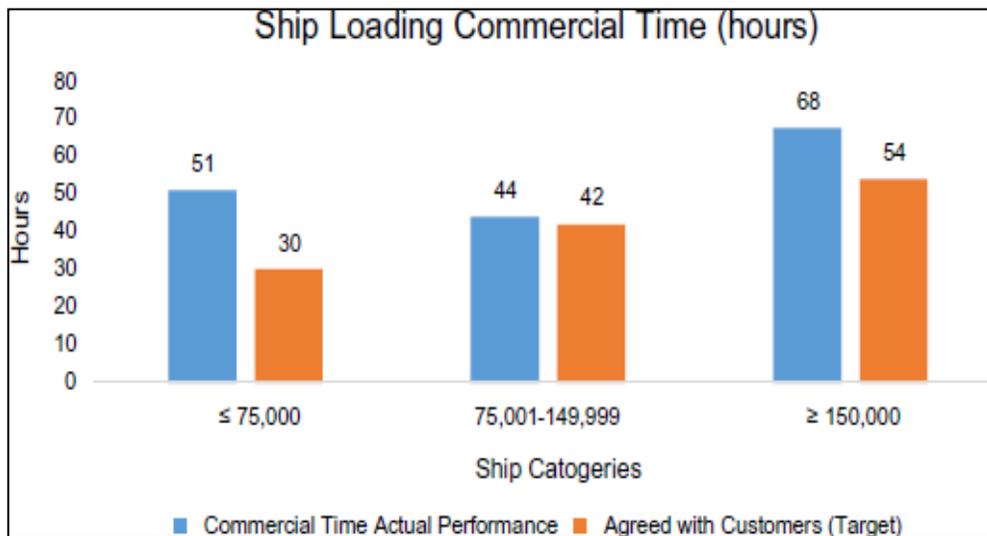


Figura 14. Comparación del tiempo de carga del buque comercial frente a la hora acordado. J.A Garza Reyes. Revista: Production Planning & Control

Etapas de análisis:

El objetivo de la etapa de análisis es para el equipo del proyecto LSS para identificar, organizar y validar el potencial causa de los malos resultados y los problemas. Jirasukprasert (2014) y Pyzdek y Keller (2014) cuentan que las diferentes herramientas y técnicas que incluyen el mapeo de procesos, de intercambio de ideas, de causa y efecto diagramas, pruebas de hipótesis, entre otros, se utilizan tradicionalmente en esta etapa. Sin embargo, la forma en que se lleva a cabo el proyecto LSS, y su propia naturaleza, normalmente se dictan la selección de las herramientas más eficaces. En el caso de este proyecto, emplearon un Pareto y análisis estadístico para identificar, organizar y validar el potencial causa raíz de los problemas.

En este análisis se realizó para que los miembros individuales del equipo del proyecto conviertan sus conocimientos a las ideas explícitas, los conceptos y el razonamiento, y de esta manera descubrir las posibles causas que influyen en el desempeño del tiempo de carga del buque comercial. En particular, la causa-efecto- análisis permitió al equipo a organizar sus ideas en diversas categorías de causa raíz. Para generar ideas, este análisis fue apoyado con una sesión de lluvia de ideas, lo que alentó la asociación intuitiva de los miembros del equipo del proyecto para recoger ideas de los demás. Estas ideas se asocian a continuación y desarrollarse más. El análisis de causa y efecto resultante y las causas fundamentales identificados del tiempo de carga del buque comercial se muestran en la siguiente figura. (Garza-Reyes.2016)

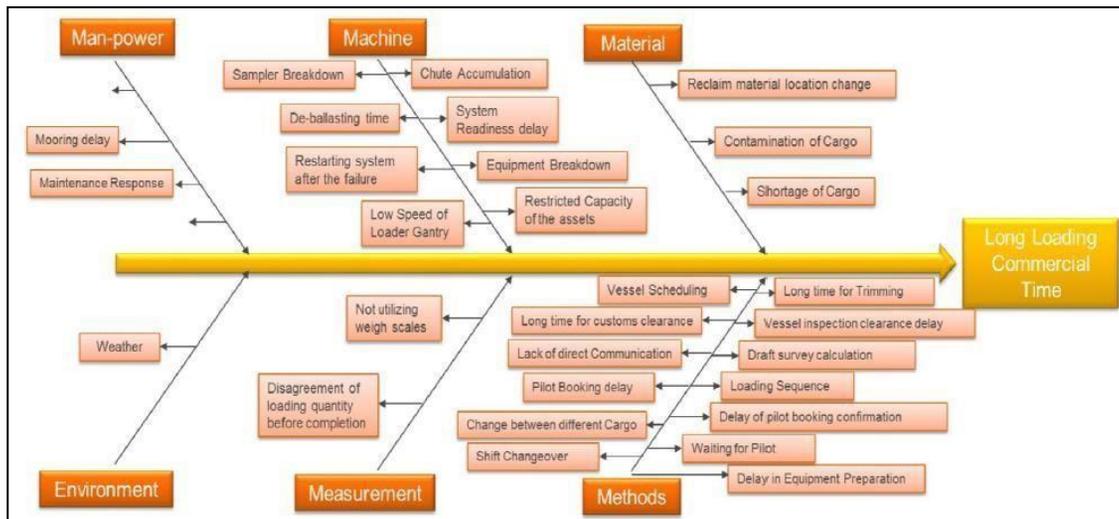


Figura 15. Análisis de Causa y efecto para el tiempo de carga del buque comercial. J.A Garza Reyes. Revista: Production Planning & Control.

Etapa de mejora.

Acciones:

- Facturar a clientes anteriores para realizar el pago antes de la llegada.
- Actualizar el procedimiento operativo estándar para evitar la programación de un montón de vasos al mismo tiempo,
- Actualizar el procedimiento operativo estándar para planificar reclamar a una sola pila en el patio.
- Actualizar el procedimiento operativo estándar para evitar los vasos de programación cuando no hay stock disponible.
- Negociar con los buques para reducir el número de cambios de sombreado.
- Actualizar el procedimiento operativo estándar para planificar el atraque de dos buques simultáneamente en caso de agrupamiento de los vasos.
- Actualizar el procedimiento operativo estándar para evitar pellets de apilamiento en la ubicación de 1000-1200.

- Actualizar el procedimiento operativo estándar para evitar atracar en el # 24 en caso de que ningún buque de agrupamiento.
- Atracar el buque tasa de carga y de carga operado por Vale inmediatamente a la llegada y resolver todas las cuestiones comerciales simultáneamente.
- Reubicar embarcadero a la ubicación propuesta.

Beneficios esperados:

- A la espera de liquidación comercial como se ha mencionado en el mapeo de la cadena de valor se reduce o elimina. Como resultado, se consigue una reducción significativa en la carga de tiempo comercial.
- Número de buques en espera de un puesto vacante se reduce.
- Como resultado, largo tiempo de carga comercial debido a la espera de un puesto vacante se elimina.
- Los movimientos de residuos en el patio se reducen y se elimina. Como resultado, la carga de la productividad se mejora.
- A la espera de los casos de carga se reducen. Como resultado, la carga de tiempo comercial se reduce.
- Tiempo de cambio de Hatch durante la operación de carga se reduce. Como resultado, se incrementa la carga de la productividad.
- Tiempo de cambio entre dos vasos se reduce significativamente. Como resultado, la carga tiempo comercial se reduce a través de inicio rápido de la carga.
- La recuperación de la productividad se mejora. Como resultado, se incrementa la carga de la productividad.
- Baja velocidad de la nave cargador de pórtico se reduce y se elimina. Como resultado, la carga

de la productividad se mejora.

- A la espera de liquidación comercial se reduce y se elimina.
- Como resultado, se consigue una reducción significativa de la carga de tiempo comercial.
- Recortar el tiempo de proceso se reduce. Como resultado, la carga de tiempo comercial se reduce.

Etapas de control:

Esta fase tiene como objetivo mantener las mejoras logradas a través de diversas herramientas y técnicas. Es una etapa importante en el ciclo de vida del LSS, ya que garantiza la sostenibilidad de los resultados. En el caso de este proyecto, las medidas de control para mantener las mejoras fueron establecidos a través de la normalización y la institucionalización de los procesos y la documentación, la formación, la creación de un plan de respuesta y la aplicación de *Figuras* de control.

Por último, los gráficos de control son una herramienta poderosa para lograr el control del proceso y la estabilidad. En el caso de este proyecto, la ejecución de los *Figuras* de control era importante para los empleados para supervisar el proceso de carga del buque y diferenciar las causas más comunes de causas especiales de variación en el proceso. Sin embargo, el promedio de la tasa de carga comercial aumentó debido a las mejoras introducidas.

Conclusiones:

El marco LSS propuesto en este estudio ha contribuido para ayudar a un gran productor de mineral de hierro para mejorar sus operaciones portuarias mediante la mejora de un parámetro de rendimiento clave, a saber: el tiempo de carga del buque comercial. El marco no solo apoyó la realización sistemática de un proyecto LSS. También proporcionó un impulso para establecer las mejores prácticas en el puesto de operaciones de la compañía.

D. CASO: Un enfoque de Lean Six Sigma para mejorar el proceso de producción

El propósito de este artículo es explorar la optimización del proceso interno que se asume como un factor crítico para ser capaz de dar respuesta a las industrias de moldes. En consecuencia, se ha considerado esencial adoptar metodologías de alto valor para apoyar a las industrias de herramientas con el fin de lograr ventajas competitivas. La metodología utilizada se basó en PDCA / DMAMC, con las siguientes etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Para cada etapa se tomaron algunas de las técnicas Lean Six Sigma, como mejora continua, mapeo de la cadena de valor, análisis de Pareto y efectividad general del equipo. Los resultados de este estudio revelaron que hay muchas áreas en las organizaciones en la industria del molde, cuando utilizan herramientas de optimización obtienen grandes éxitos. Con el análisis de Pareto se llevó a cabo para mostrar que los eventos que más contribuyen a las paradas. Los resultados fueron: indisponibilidad del operador (16.4%), programación de la máquina (14.4%) e intercambio de herramientas (12,4%). El caso de este estudio con la implementación de herramientas de Lean Six Sigma como obtuvo una mejora de alrededor del 20% del OEE global.

Diseño

El procesamiento de datos se realiza mediante el ciclo PDCA / DMAMC. La primera etapa es la identificación de residuos de producción durante la producción de moldes de piezas. En la fase de medición, el diagrama de Pareto se utiliza para determinar los residuos críticos. La medición de los residuos se llevó a cabo mediante una evaluación cualitativa. Luego, se realiza un análisis de la causa raíz para evaluar varios factores que causan el desperdicio. En la fase mejora, se dan soluciones alternativas para reducir el desperdicio de producción y mejorar el rendimiento de la producción. (Pereira. 2019)

Las cinco fases representadas en la Figura siguen la metodología DMAMC con los objetivos

correspondientes y las herramientas potenciales que se pueden utilizar.

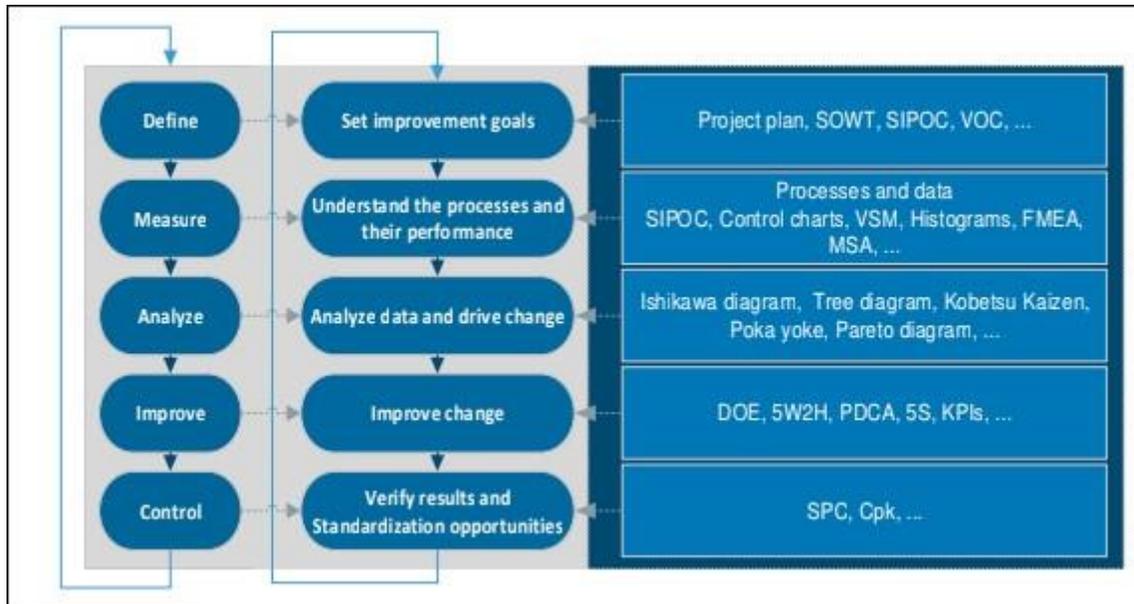


Figura 16. Proceso de Mejora – Herramientas Potenciales. Lean Six Sigma Approach to Improve the Production Process in the Mould Industry: a Case Study

Conclusiones

Los resultados obtenidos destacan el gran potencial de la estructura propuesta para lograr mejoras en la producción de moldes, con la consiguiente ganancia de tiempo para todo el proceso de fabricación de moldes, ya que ilustra dónde están los problemas. La implementación de herramientas y prácticas de manufactura esbelta en la industria del molde puede traer muchos beneficios, como reducir el desperdicio y crear productos de valor agregado para los clientes. Esta investigación ofrece a las industrias de moldes, una mejor comprensión de la relación entre la estrategia y el desempeño de sus operaciones.

E. CASO: Mejora de rendimiento de OEE utilizando Lean Six Sigma.

El objetivo de este artículo es ilustrar el uso y la gestión de proyectos de las herramientas six sigma y la producción ajustada mediante la discusión de un estudio de caso novedoso dedicado a la mejora de la eficacia general del equipo (OEE). El caso de estudio se realizó en una empresa mediana que produce piezas moldeadas por inyección en plástico. Una de estas máquinas tenía una OEE bajo con una gran variabilidad. Esto llevó a que la empresa no satisficiera al cliente en términos de desempeño de entrega a tiempo. El bajo porcentaje de OEE generó altos costos en términos de trabajo en proceso y preinspecciones de los productos.

Diseño

En línea con los resultados de la revisión de la literatura, la empresa estructuró su Lean Six Sigma siguiendo el patrón DMAMC y utilizó herramientas derivadas de Lean Production, en particular 5S, SMED y poka-yoke en la etapa de Mejora. Otras herramientas clásicas de Six Sigma se utilizaron en las otras etapas.

Cada vez que la empresa lanzó un proyecto Lean Six Sigma, su equipo designado usualmente siguió los pasos de DMAMC ilustrados en la Figura 15. Es importante notar que hay hitos específicos llamados 'puertas de peaje' (Ozcelik, 2010), en los que el equipo tiene que obtener formalmente la aprobación del patrocinador del proyecto, en este caso el director gerente. (Chiarini, 2015)

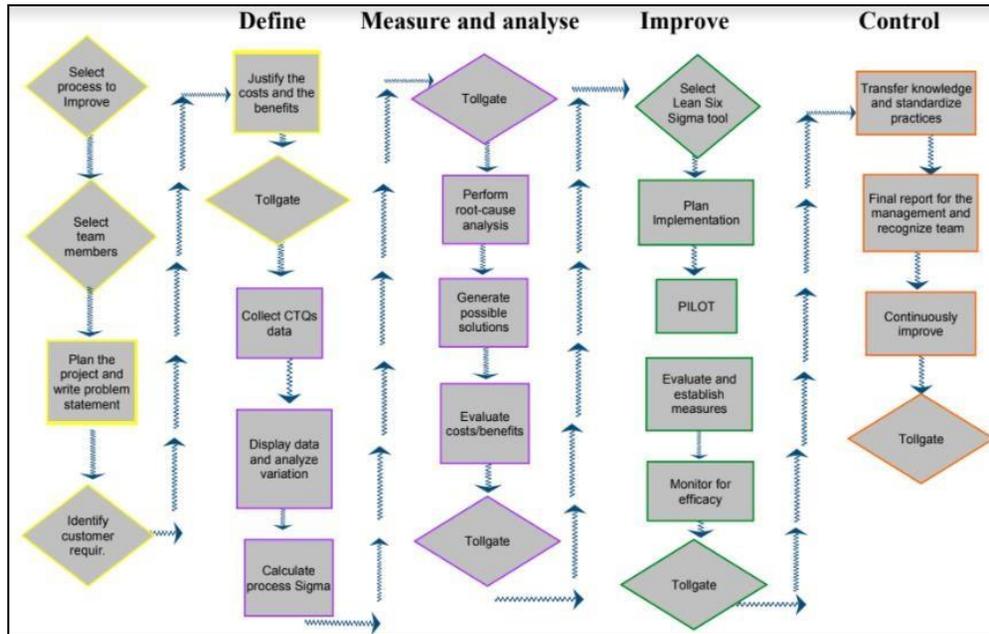


Figura 17. Los pasos del DMAMC. Andrea Chiarini. (2015). Improvement of OEE

performance using a Lean Six Sigma approach: an Italian manufacturing case study.

Conclusión

En particular, un equipo ha seguido el patrón clásico DMAMC utilizando herramientas tomadas de Lean Production. Después de haber justificado los costos del proyecto y sus beneficios en la etapa de Definir, el equipo ha identificado los CTQ y medido su nivel sigma. Luego, en la etapa de análisis, un análisis de causa-efecto y una prueba de chi-cuadrado ayudaron al equipo a encontrar las causas fundamentales de la variabilidad. En la etapa de Mejora posterior se han eliminado las causas mediante herramientas como 5S, SMED y poka-yoke, lo que ha llevado a un aumento de la OEE del 40% al 61%. La originalidad de este proyecto radica en haber mejorado y reducido la variabilidad de la OEE apalancando en diferentes CTQs al mismo tiempo, la configuración y el diámetro interno del producto.(Chiarini, 2015)

Además, esta investigación ha demostrado exactamente qué tipo de herramientas lean se pueden utilizar en las diferentes etapas del patrón DMAMC.

CAPITULO 2: SITUACION ACTUAL

2.1. Entorno / Sector

Dentro de la Industria Plástica en el Perú podemos encontrar grandes empresas que a lo largo de los años han logrado consolidarse como líderes en el sector, dentro de estas encontramos a Amcor Flexibles (Perúplast), Productos Paraíso del Perú, Envases Múltiples e Iberoplast dedicadas a la fabricación de envases y embalajes.

Los principales factores que influyen el crecimiento de la industria de envases y embalajes son las actividades relacionadas a la industria de consumo masivo, especialmente cervezas y gaseosas, snaks, entre otros, asimismo, el crecimiento del sector agroindustrial.

2.2. Empresa

2.2.1. Descripción

Flexopack Perú S.A.C es una empresa peruana fundada en 2010 dedicada a la fabricación de artículos en la industria plástica, desarrollando bolsas, tanto para el área comercial como para el área industrial, y otros envases que permiten ofrecer una gama de productos en diferentes materiales plásticos, brindando soluciones enfocadas en sus necesidades. Esta empresa posee la tecnología necesaria para extruir, sellar, cortar e imprimir los requerimientos de acuerdo a las exigencias del mercado.

- **RUC:** 20535862959
- **Razón Social:** FLEXOPACK PERÚ S.A.C.
- **Actividad Comercial:** Fabricación de Productos de Plásticos.
- **CIU:** 25200
- **Dirección Legal:** MZA. G lote. 3 urb. Campoy etapa II (sub lote 3b3)

- **Distrito / Ciudad:** San Juan de Lurigancho



2.2.2. Misión y Visión

MISIÓN

“Brindar una atención eficiente en cuanto a precio, disponibilidad, entrega oportuna y transparencia en la negociación, de modo que podamos desarrollar una relación comercial a largo plazo”.

VISIÓN

“Ser una corporación de gran trascendencia nivel nacional en el rubro de fabricación de artículos de plástico”.

2.2.3. Localización

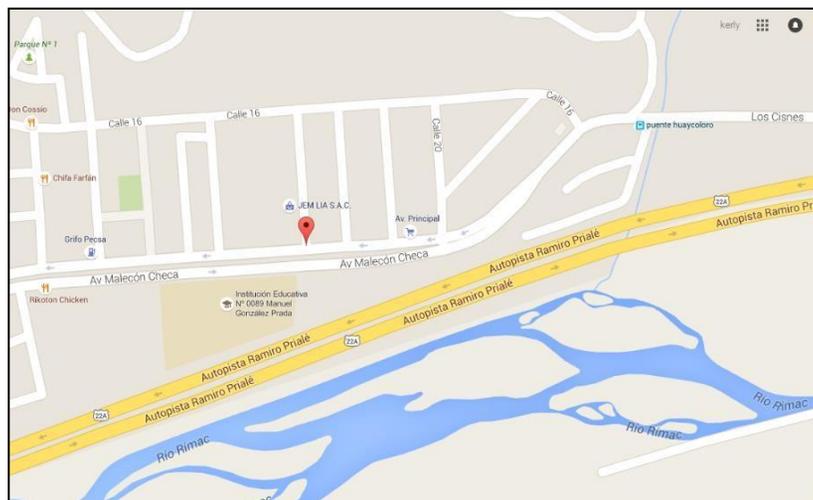


Figura 18: Ubicación actual de la empresa Flexopack Perú S.A.C

2.2.4. Organización

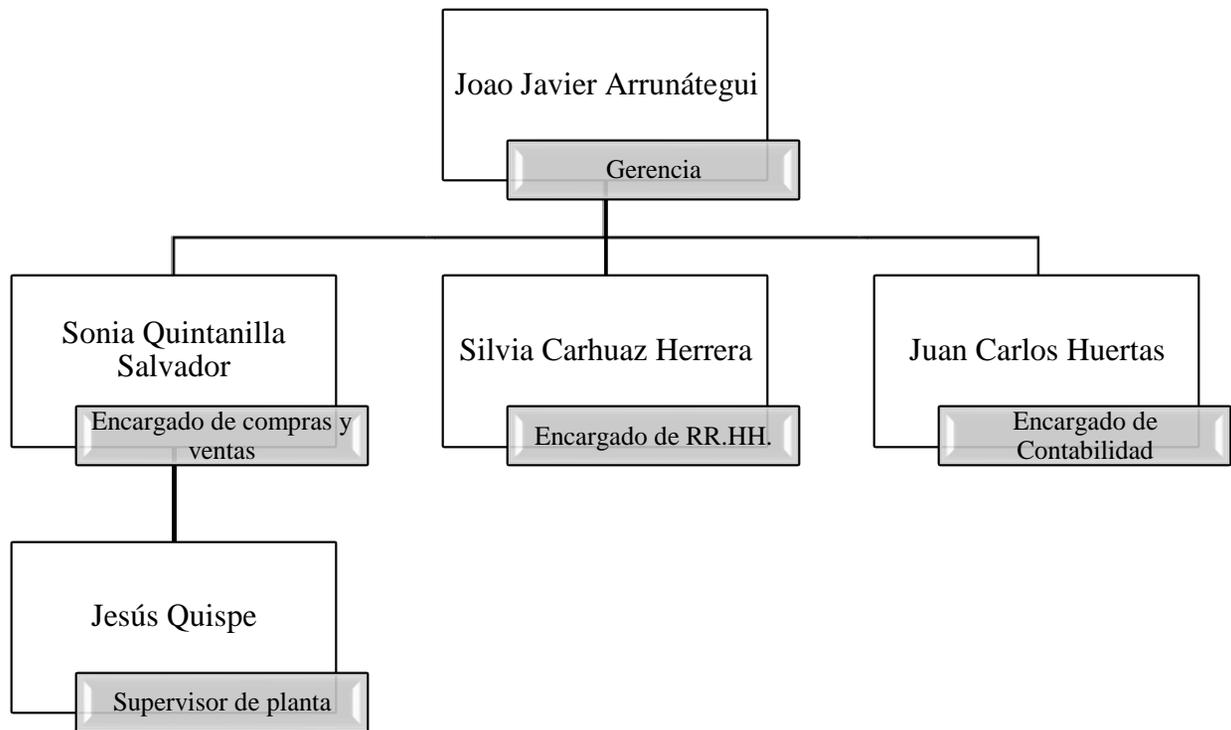


Figura 19: Organigrama Flexopack Perú SAC. Elaboración propia.

2.2.5. Descripción de todos los productos de la empresa

Es un objeto cotidiano utilizado para transportar pequeñas cantidades de mercancías. Introducidas en los años setenta, las bolsas de plástico rápidamente se hicieron muy populares, especialmente a través de su distribución gratuita en supermercados y otras tiendas. También son una de las formas más comunes de acondicionamiento de la basura doméstica y, a través de su decoración con los símbolos de las marcas, constituyen una forma barata de publicidad para las tiendas que las distribuyen, estas pueden estar hechas de:

- Polietileno de baja densidad.
- Polietileno lineal.
- Polietileno de alta densidad.
- Polipropileno
- Polímeros de plástico no biodegradable

Su espesor puede variar entre 18 y 30 micrómetros. Anualmente, circulan en todo el mundo entre 0,5 y 1 billón de estos objetos.

Existen diferentes tipos de bolsas de plástico según su función: si es transportar mercancías desde un supermercado, por ejemplo, se denomina bolsa de tipo camiseta, por la forma de las asas, es una bolsa económica y con poco material, hecha de polietileno de alta densidad, que puede transportar normalmente hasta 12 kilos de víveres. Otro tipo de bolsa de plástico puede ser una bolsa donde se envasan alimentos altamente higroscópicos, como harina, galletas o pasta, que es una laminación de polipropileno que permite protegerlas de la humedad. Hay bolsas de plástico que contienen líquidos, ya sean bebidas, leche, hasta productos como mayonesa, mermeladas, jarabes para refresco, zumo fresco de fruta, vinos, huevo líquido, salsas para food service. Existen bolsas de plástico especiales para cocer dentro de ellas los alimentos, denominadas en inglés boil-in-bag, donde se envasa el alimento crudo o semicocido, por ejemplo, leche para hacer un queso, jamones, mortadelas y arroz. Existen también bolsas de plástico adecuadas para proteger alimentos empacados al alto vacío.

En general el proceso de fabricación de una bolsa de plástico incluye la extrusión de la resina, ya sea por método de soplado o por medio de un dado; la impresión puede ser por el método de flexografía o de rotograbado (también huecograbado), puede haber un proceso de barnizado o laminación con otra capa de plástico, y finalmente el proceso de soldado o sellado por medio de calor y presión.

- Bolsas para almácigos (agricultura)
- Bolsas, mangas y láminas para productos congelados (pesca y agroindustria)
- Bolsas de uso pesado (bancos, empresas de seguridad, mineras, fábricas de pinturas)
- Bolsas termo-contráíbles (fábricas de gaseosas y bebidas, Pesqueras)

- Bolsas con aditivos UV y EVA (pesca y agricultura)
- Bolsas y Mangas de polietileno con Aditivo Oxo-Biodegradable.
- Bolsas Bi-laminadas con sello Ziplop
- Bolsas de baja - alta densidad y polipropileno con y sin impresión (hasta 6 colores.)

2.2.6. Principales clientes:

Tabla 1:

Detalle de Principales Clientes

NOMBRE	CLIENTE DESDE (AÑO)	PRODUCTO	CIERRE ÚLTIMO AÑO
			(MILES USD)
Impex G&G SAC	2011	Bolsas Bilaminadas	65.78
Garay Manzanedo Jhon Hermenegildo Corporacion	2013	Bolsas PEBD	19.41
Agroindustrial De Alimentos Peruanos E.I.R.L.	2014	Bolsas y Laminas Bilaminadas	19.06
Elita Cangalaya Isla	2013	Bolsas PEBD	15.18
Lacteos Verano E.I.R.L.	2013	Bolsa Laminadas	13.34
Cereales De Vida Orgánicos & Exportación S.A.C	2018	Laminas Bilaminadas	10.32
Industria Panificadora Naturito S.A.C.	2013	Bolsas Polipropileno	9.63

2.2.7. Competencia:

En el caso de **FLEXOPACK PERÚ**, sus principales competidores son:

- Prinplast
- Ulloa Impresiones
- Mara Plastics
- Bolsipol
- Servicios Plásticos
- Bolsas Peruanas

Estas empresas se eligieron en base a la similitud de características, estas empresas de igual manera son pequeñas empresas que trabajan bajo el mismo enfoque de producción por lotes.

Las empresas mencionadas se dedican a la fabricación de bolsas plásticas, y productos laminados, sin embargo, para el presente trabajo de investigación se analizará como principal competidor a la empresa Bolsipol, el cual lleva en el mercado una mayor cantidad de años lo que tiene como resultado una mayor cantidad de clientes; asimismo esta empresa mantiene una presencia internacional puesto que sus productos se exportan en países como Bolivia, Chile, Costa Rica, Guayana, Haití y Trinidad y Tobago. En comparación con Flexopack Perú ambas empresas fabrican los mismos tipos de productos; la competencia que existe es en relación a los clientes que cada uno mantiene y el nivel de innovación tecnológica con el que cuentan, respecto a este factor el cual representa un aspecto relevante para estas industrias es necesario que las empresas pueda contar con una mejor tecnología que permita tener una mejor calidad en sus productos y por lo tanto contar con mayores clientes, ya que en la actualidad no muchas empresas se dedican a la fabricación de productos laminados ya que el costo de adquisición de maquinaria es elevado.

Asimismo, es necesario señalar un factor muy importante en este sector es el precio, considerando que la unidad de venta es millar, Flexopack Perú cobra un precio promedio de 38.86 USD por millar según los cálculos explicados por Joao Javier (Gerente General), a diferencia de empresa de la competencia que ofrece precios de 43.23 USD por millar

2.2.8. Participación en el mercado

Para determinar la participación en el mercado, se realizó la matriz BCG, considerando las 3 líneas de producción de la empresa: (i) Productos Laminado, (ii) Productos de Polietileno Alta / Baja densidad y (iii) Productos de Polipropileno la información se completó según los datos obtenidos con el encargado de ventas.

Tabla 2:

Detalle de productos y participación

Productos	% Ingresos	% Utilidad	Participación en el Mercado
Laminado (Bi / Tri Laminado)	44%	46%	60%
Polietileno Alta / Baja Densidad	38%	40%	20%
Polipropileno	18%	14%	20%
TOTAL	100%	100%	

2.3. Cadena de Valor

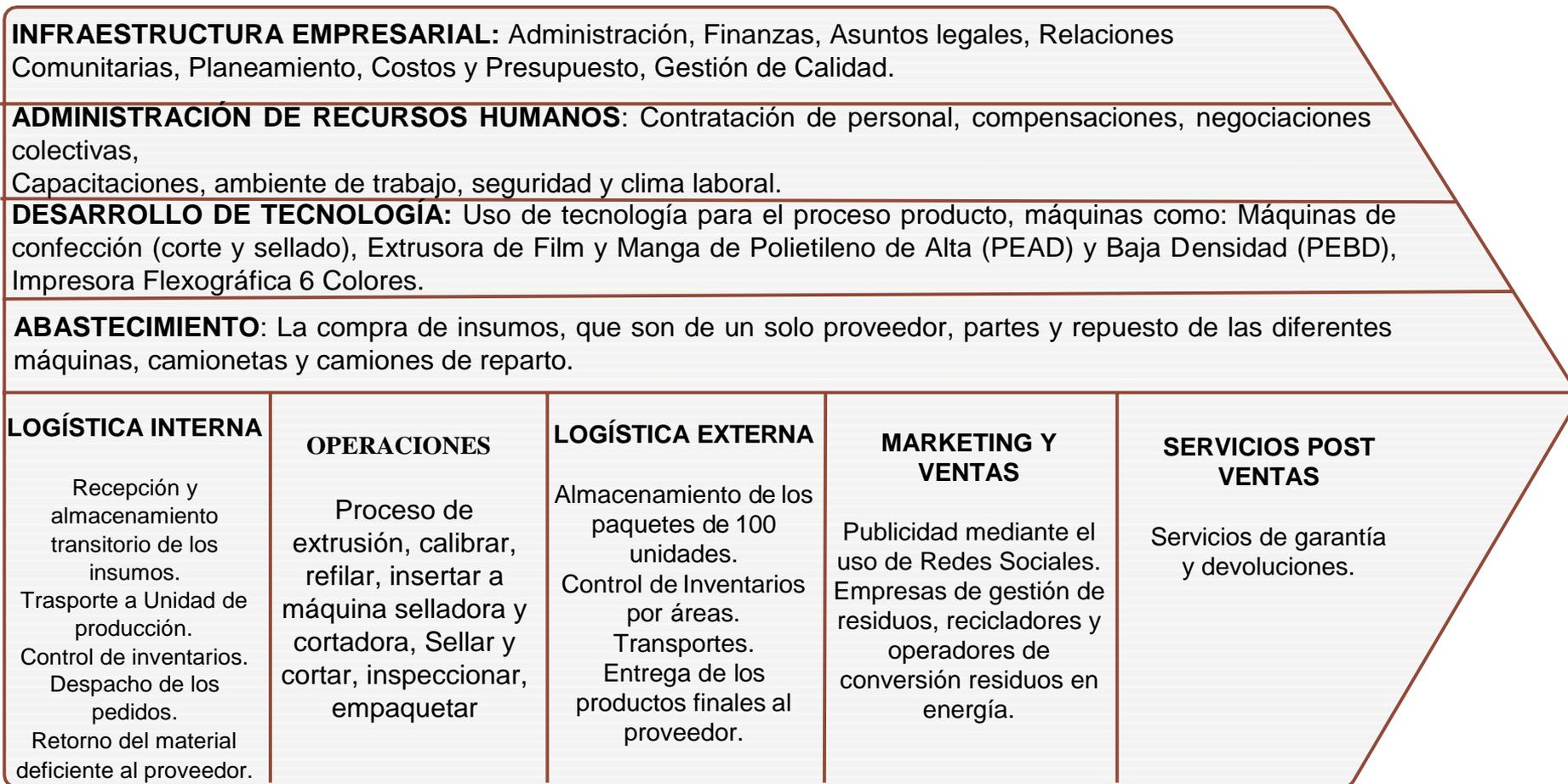


Figura 20: Cadena de valor. Elaboración Propia

2.4. Proceso en la empresa.

2.4.1. Diagrama SIPOC

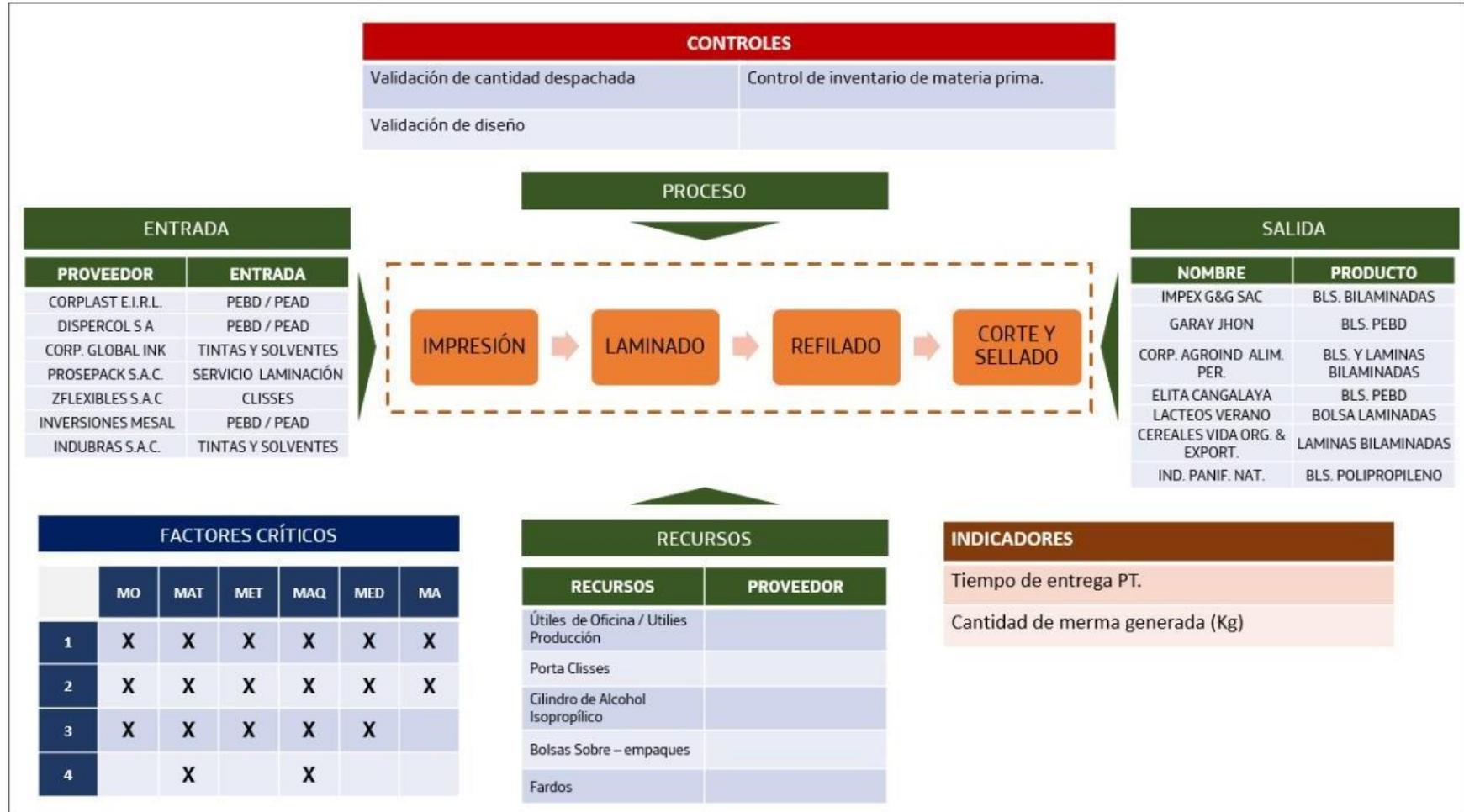


Figura 22: Diagrama de SIPOC – Flexopack Perú. Elaboración Propia

2.4.2. Maquinarias y Equipos

2.4.2.1. Maquina Impresora

La flexografía (impresión en relieve) es uno de los métodos de impresión más económicos, ya que permite un mayor número de reproducciones a un menor costo, el termino de impresión en relieve hace referencia a que la impresión esta realizadas. Asimismo, el proceso de impresión requiere de un cliché, el cual generalmente es de fotopolímero, el cual al ser un material muy flexible es capaz de adaptarse a una considerable cantidad de soportes o sustratos de impresión muy variados.

El proceso de impresión depende del tipo de producto que se va a realizar según especificaciones proporcionadas por el cliente. Este proceso inicia al colocar los clisses en los rodillos diferenciando cada uno por los colores según sea el caso, el operario deberá ubicar estos clisses de forma invertida, posterior a ello deberá ubicar los rodillos en la máquina impresora, en la cual un cilindro de cerámica o acero cubierto de varios agujeros recibirá la tinta, este cilindro al girar hará contacto directo con los clisses proporcionando tinta en las zonas de relieve, después de ello los clisses con la tinta entran en contacto con las bobinas y estas reciben la imagen de tinta del clisses.



Figura 23: Maquina Impresora

2.4.2.2. Maquina Laminadora

Las bolsas laminadas están conformadas por láminas de diferentes materiales unidas mediante un adhesivo las cuales al unirse tienen una forma de sándwich. Estas bolsas al utilizar estos materiales tienen una mejor calidad de grabado ya que la superficie impresa es incorporada entre las numerosas láminas que las constituyen y esto evita el desgaste durante la manipulación.

Asimismo, las bolsas laminadas tienen una excelente calidad de grabado al ser impresas generalmente por el reverso sobre el polipropileno y embebidas en la película. Es por ello, que este tipo de materiales suelen emplearse con productos de baja o media actividad respiratoria, ya que las capas interfieren en la movilidad del oxígeno hacia el interior del envase.

Las máquinas laminadoras son utilizadas para la laminación de diferentes clases de papel utilizando diversas películas plásticas. La maquinaria para laminación es una excelente solución

para mantener papeles en buenas condiciones.

Los materiales laminados cuentan con una mejor capacidad a prueba de agua, mayor resistencia a la tracción, al desgaste y a la corrosión, más durabilidad, etc. Debido a esto, las máquinas laminadoras son regularmente utilizadas en industrias de empaque de productos farmacéuticos, alimenticios y cosméticos, entre muchas otras que requieren utilizar materiales de empaque de papel.



Figura 24: Máquina Laminadora. Flexopack Perú

2.4.2.3. Máquina Selladora y Cortadora

Esta máquina es la última estación de trabajo si nos referimos a los productos terminados como bolsas, ya que esta máquina se encargará de cortar y sellar las bolsas según dimensiones ya proporcionadas en la orden de producción, esta máquina está compuesta unas barras de acero dentro de las cuales se introducen las bobinas, estas bobinas pasan por unos rodillos hasta que llega a un cabezal el cual funciona a base de calor y lo hace como si fuera una guillotina. Al momento

que el cabezal choca contra un rodo, corta y sella la película plástica, ésta es jalada por unas bandas que conducen a al operario y son depositadas una por una hasta que llegan a cien y una alarma suena para que el operario las retire e inicie el nuevo conteo, esto lo realizan contadores. La máquina como se mencionó funciona con calor y tiene que estar a una temperatura adecuada para que pueda hacer el corte y sello, si está a baja temperatura no sella y corta y si está a alta temperatura quema la película plástica, provocando de esta forma que se pegue al cabezal. La temperatura oscila entre los 380 y los 480 grados Celsius dependiendo del tipo de película que se va a cortar.



Figura 25: Máquina Selladora y Cortadora

2.4.3. Diagrama de procesos Operativos

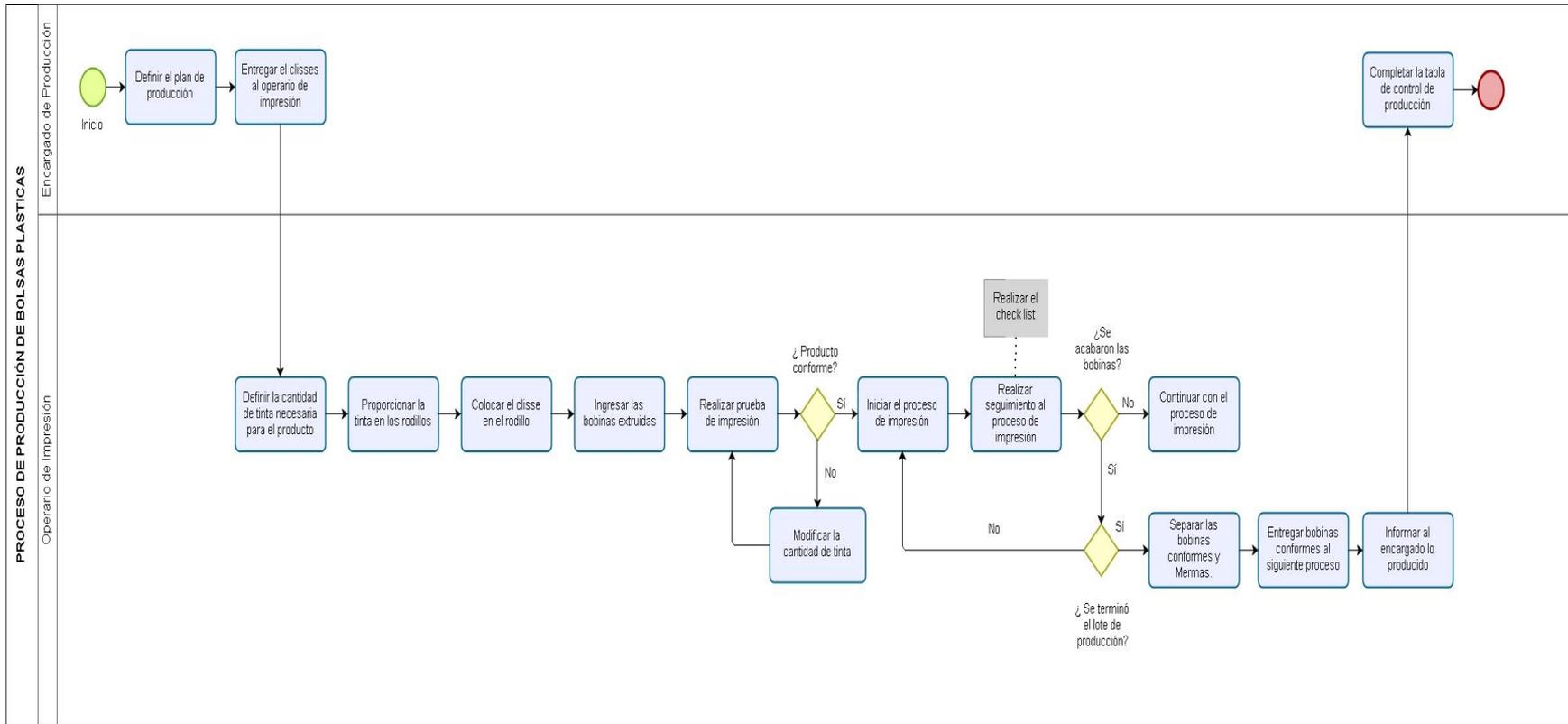


Figura 26. Procedimiento de Impresión. Elaboración Propia

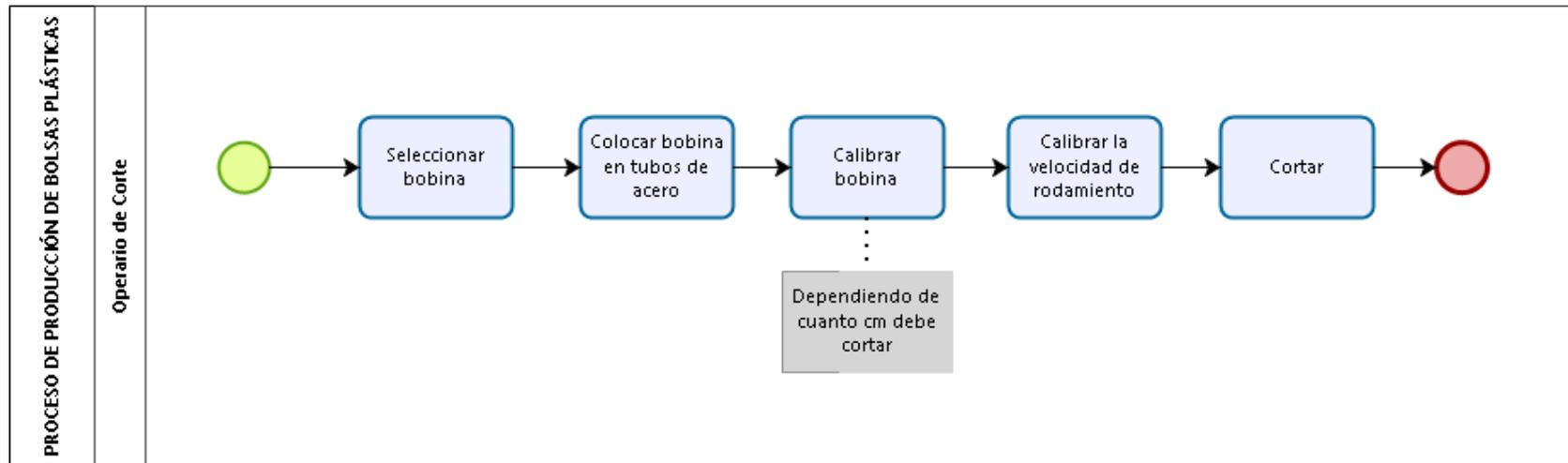


Figura 27: Procedimiento de Corte. Elaboración propia.

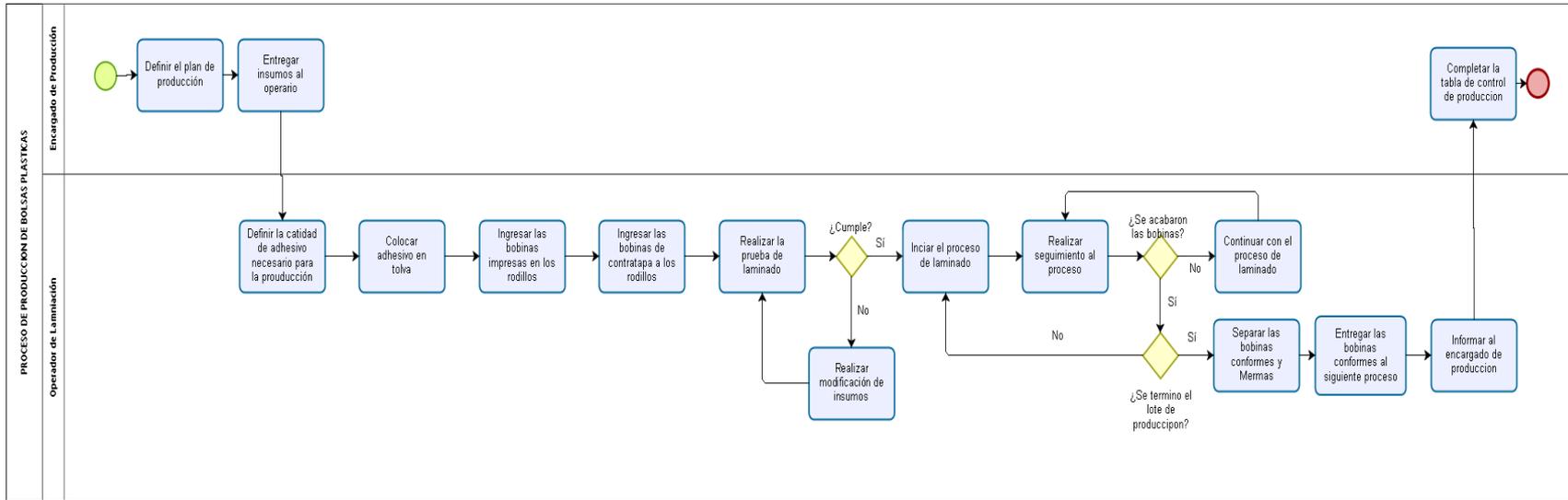


Figura 28. Procedimiento de Laminado. Elaboración propia.

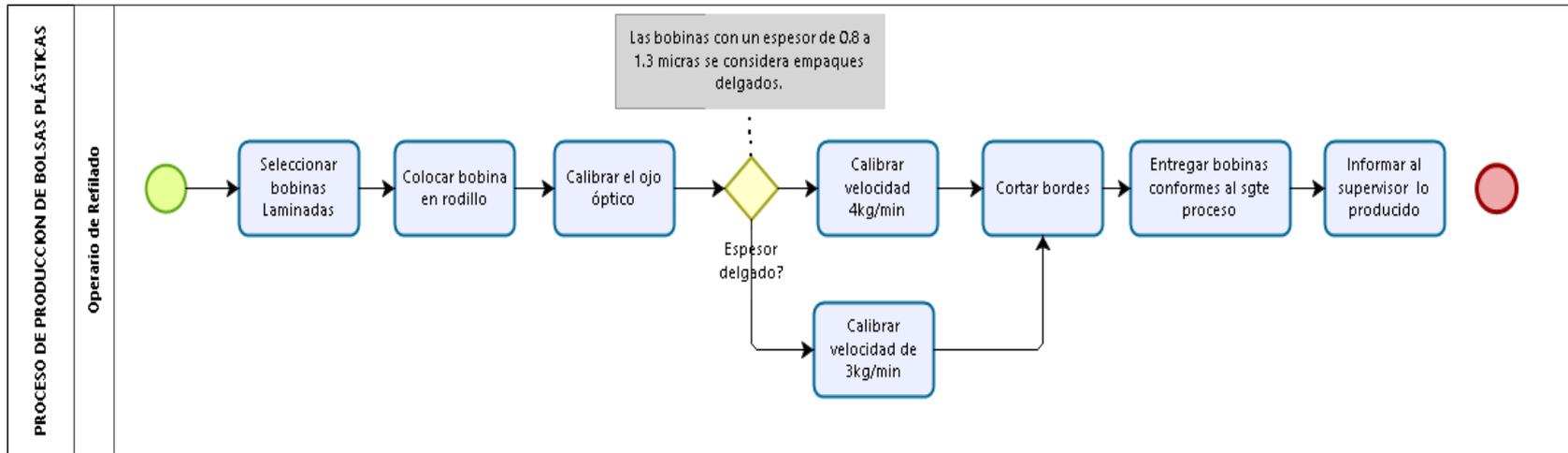


Figura 29: Proceso de Refilado. Elaboración propia.

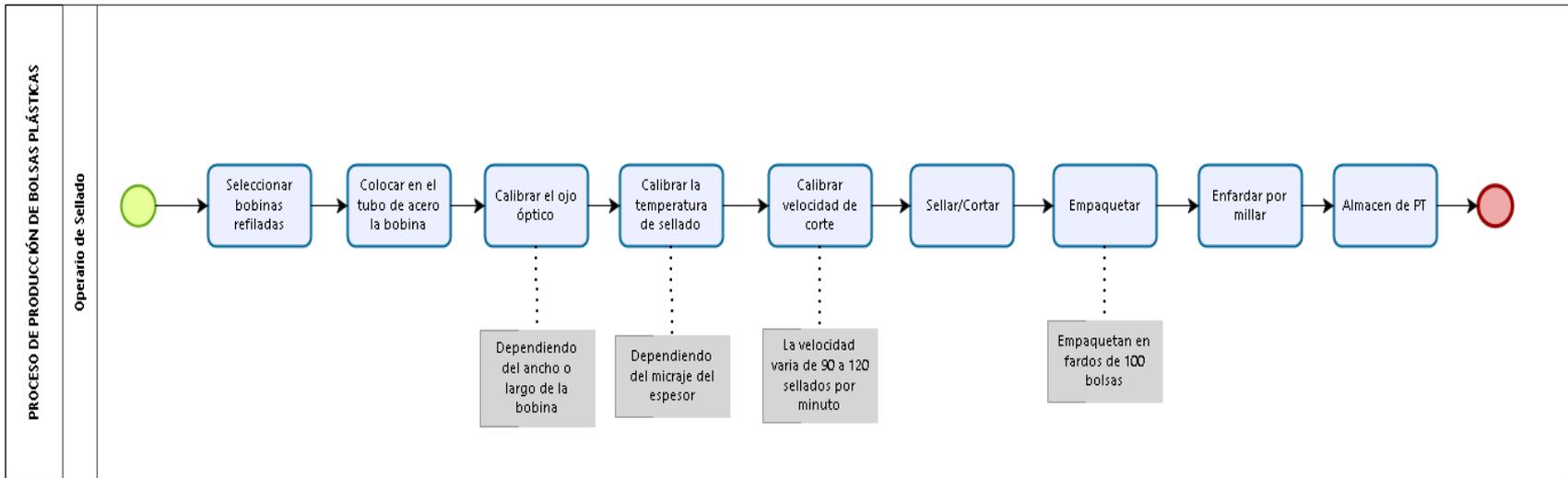


Figura 30:Procedimiento de Sellado. Elaboración Propia

2.4.4. DOP

El presente DOP analiza el proceso de fabricación de bolsas laminadas.

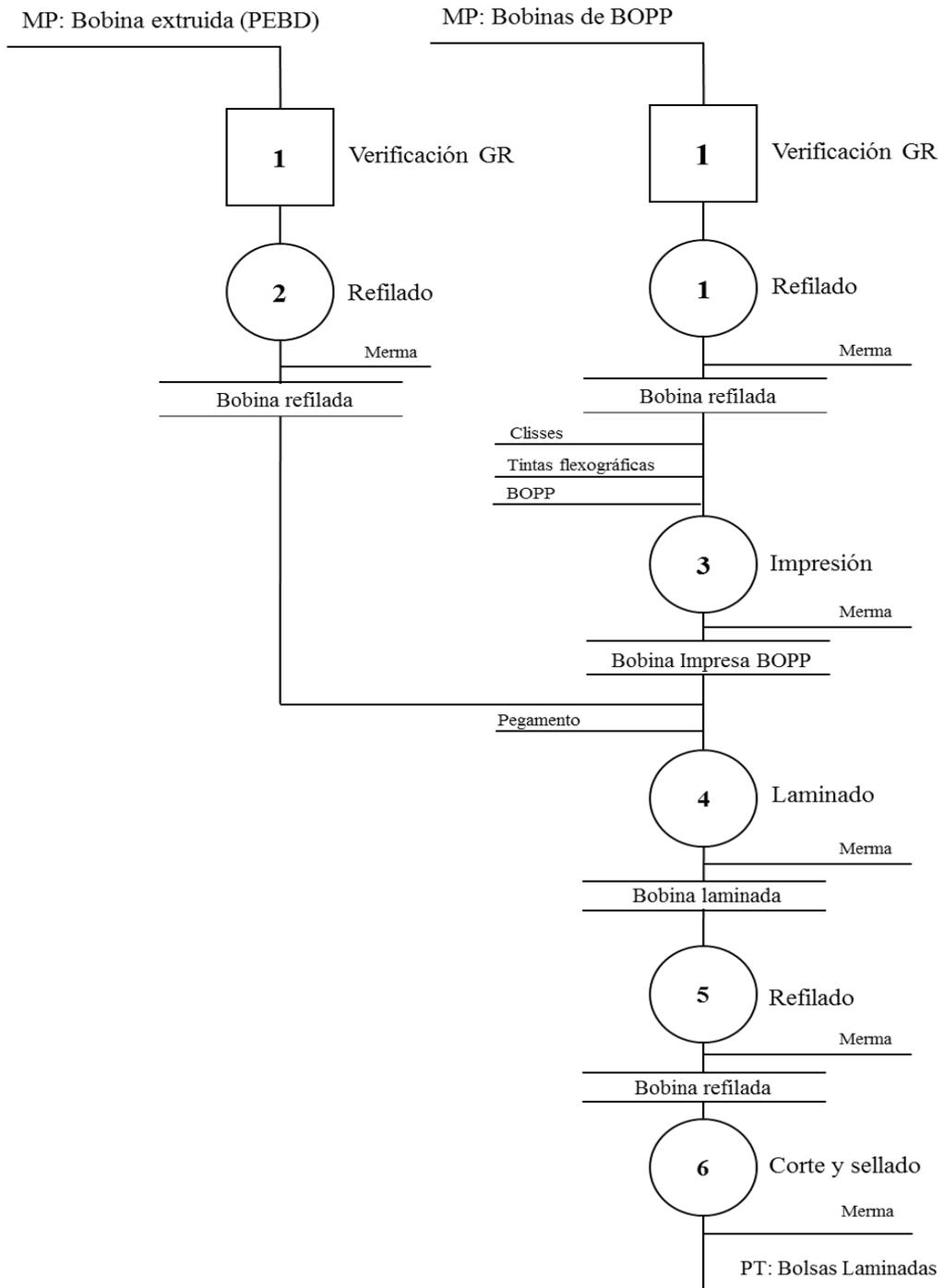


Figura 31: Diagrama de Operaciones de Procesos – Flexopack. Elaboración Propia

2.4.5. DAP

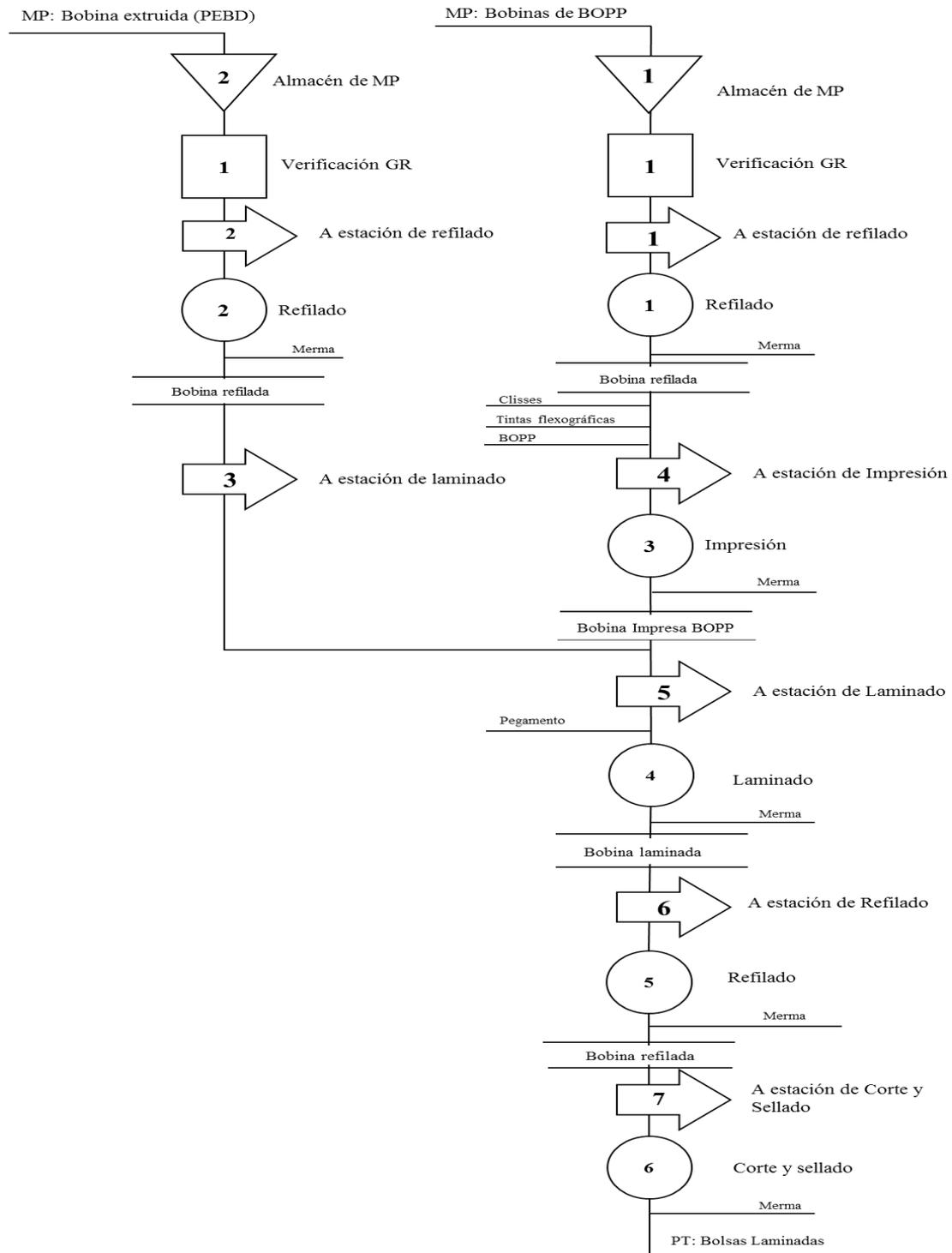


Figura 32 Diagrama de Análisis de Procesos – Flexopack. Elaboración Propia

2.4.6. VSM

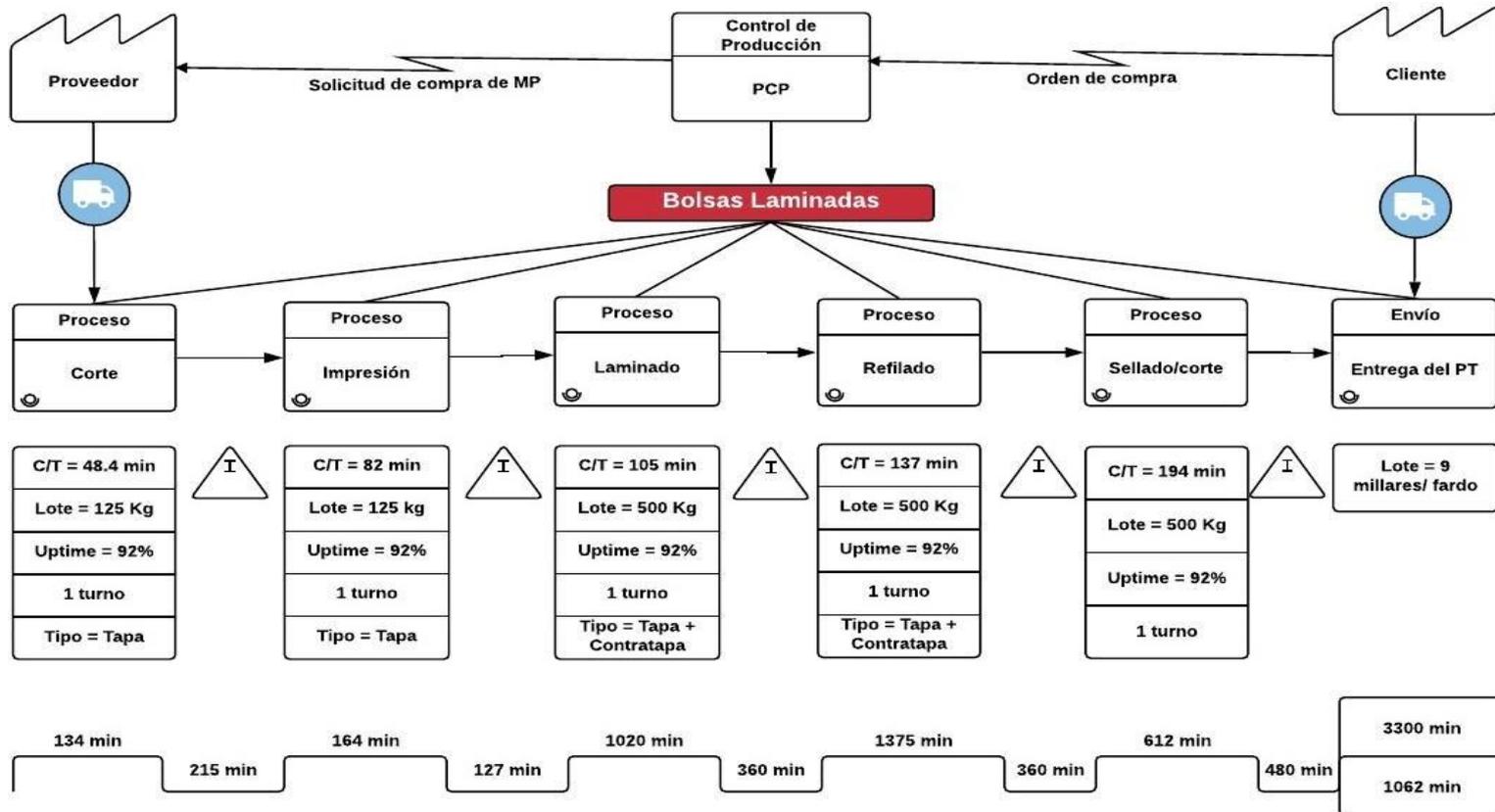


Figura 33. Value Stream Mapping – Flexopack. Elaboración Propia

2.5. Diagnóstico de la situación actual:

Para identificar el problema principal de la empresa, es necesario indicar que Flexopack, sólo fabrica según solicitudes del cliente, bajo esa premisa la compra de materia prima se realiza en relación a la totalidad de Órdenes de compra solicitadas. Asimismo, la materia prima necesaria para el proceso de extrusión es enviada a un tercero para que realice el servicio, es por esta razón que hemos considerado las bobinas extruidas como input en nuestro DOP.

Es necesario señalar, que nos centraremos en la producción de bolsas laminadas, ya que como lo hemos mencionado, es el producto que genera más ingresos a la empresa, y aquellos a los que se destina mayor producción.

En la actualidad la empresa ha confirmado que tiene permitido un % de variabilidad entregado respecto a lo solicitado por el cliente, el acuerdo por contrato es de 5%; sin embargo, la merma teórica previamente calculada en relación a las medidas de las bolsas es de 3.7%; pero mediante un seguimiento observamos que el % de merma generada en los últimos meses supera el 6%, lo que conlleva a que la empresa para poder cumplir con determinados clientes tenga que realizar retrabajos.

Como ya se ha mencionado esta investigación analiza la producción de bolsas laminadas, las cuales no pueden ser reprocesadas, es decir; si el producto no cumple con las especificaciones se convierte en merma, para el diagnóstico del problema se analizarán dos casuísticas: (i) Productos no conforme, es decir, se analizarán los motivos por los que el producto final no cumple con las especificaciones del cliente; (ii) Merma, en este punto observaremos las razones que generan desperdicios, asimismo, debemos aclarar que durante el procesos productivo existe merma que siempre se va a generar; tales como, durante el refilado ya que las medidas de BOPP son mayores a la solicitud del cliente se requiere cortar para cumplir con las dimensiones.

Para confirmar lo mencionado se analizó la cantidad de producto no conforme en el último año, esto se comparó con la cantidad solicitada por el cliente para validar si se incumple con el límite permitido.

Tabla 3:

Producto no conforme en KG – Flexopack Perú SAC

Mes	KG Solicitado	PT No conforme (KG)	% Producto no conforme
Enero	482.76	28	5.80%
Febrero	349.21	22	6.30%
Marzo	232.88	17	7.30%
Abril	547.70	31	5.66%
Mayo	665.32	33	4.96%
Junio	505.71	31	6.13%
Julio	412.98	28	6.78%
Agosto	594.80	32	5.38%
Setiembre	525.64	41	7.80%
Octubre	287.50	23	8.00%
Noviembre	450.75	27	5.99%
Diciembre	459.42	30	6.53%
TOTAL	5,514.66	343	6.22%

Como ya se había mencionado el contrato permite una variación del 5% con la entrega solicitada, sin embargo, en el Figura se puede observar que en la mayoría de meses este % se incumple.

Como ya se había mencionado, el producto no conforme no puede ser reprocesado motivo por el

cual este regresa al almacén de la empresa, y sólo podrá ser utilizado cuando se vende ofrece como scrapp a terceros.

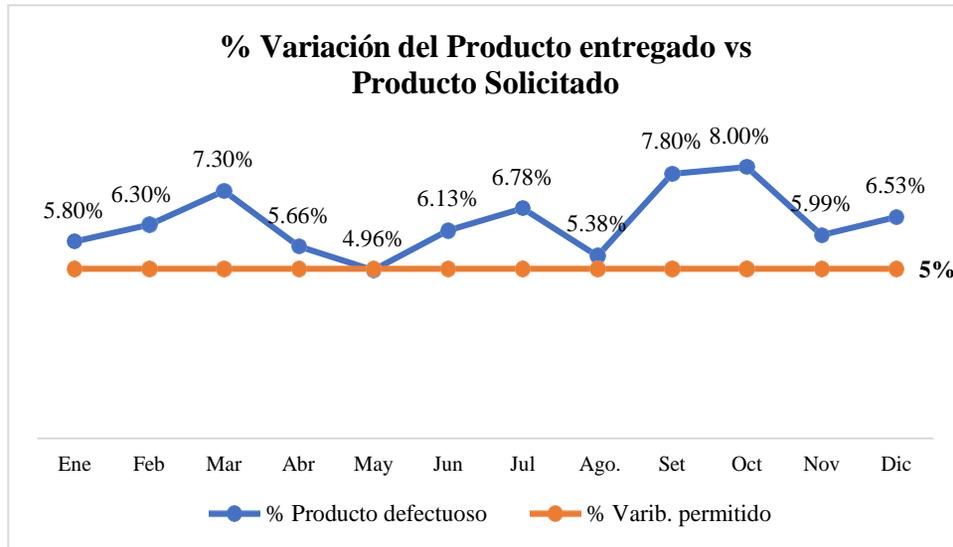


Figura 33. Variación del Producto entregado vs Producto Solicitado.

Bajo la premisa de la variabilidad del producto entregado, se agruparon a los principales clientes y el tipo de producto solicitado, para identificar los principales motivos por los que el producto no cumple con las características necesarias.

Tabla 4:

Producto no conforme en KG – Flexopack Perú SAC

Cliente	KG Solicitado	KG devueltos	% Variación	Motivo
Freddy Ostos	98.06	-10.1	-10.30%	Error en sellado
Garay Manzanedo Jhon Hermenegildo	98.61	-11.34	-11.50%	Error en impresión
Corp.Agroindustrial de Alimentos Peruanos E.I.R.L.	117.11	-9.72	-8.30%	Error en sellado
Aly Industrias	111.08	-13.33	-12.00%	Error en impresión
Productos Mary	152.13	-11.41	-7.50%	Error en impresión
Inka Food	128.48	-11.82	-9.20%	Error en sellado
Bello Horizonte	150.92	-13.13	-8.70%	Error en corte
Productos Lacteos Estrellas	136.25	-8.72	-6.40%	Error en impresión
Mi San Luis	203.27	-22.36	-11.00%	Error en sellado
Cereales De Vida Organicos & Exportacion S.A.C	153.40	-15.34	-10.00%	Error en corte
Elita A Cangalaya Isla	215.20	-21.09	-9.80%	Error en impresión
Industria Panificadora Naturito S.A.C.	203.66	-17.82	-8.75%	Error en sellado
Impex G&G	404.58	-40.66	-10.05%	Error en impresión
TOTAL	2,172.75	-206.84	-9.52%	

Para determinar el impacto económico al que este hace referencia analizamos el costo total devuelto por tipo de producto.

Tabla 5:

Productos devueltos Flexopack Perú SAC

CLIENTE	MLL DEVUELT OS	PREC IO (PRO M)	TOTAL, PERDIDA USD	MOTIVO
Freddy Ostos	690	39	U S D 26,910.0 0	Error En Sellado
Garay Manzanedo Jhon Hermenegildo	345	24	U S D 8,280.00	Error En Impresión
Corporacion Agroindustrial De Alimentos Peruanos E.I.R.L.	207	25. 14	U S D 5,203.98	Error En Sellado
Aly Industrias	262. 2	25	U S D 6,555.00	Error En Impresión
Productos Mary	117. 3	36. 96	U S D 4,335.41	Error En Impresión
Inka Food	345	37	U S D 12,765.0 0	Error En Sellado
Bello Horizonte	414	39	U S D 16,146.0 0	Error En Corte
Productos Lacteos Estrellas	345	37. 43	U S D 12,913.3 5	Error En Impresión
Mi San Luis	207	16. 4	U S D 3,394.80	Error En Sellado
Cereales De Vida Organicos & Exportacion S.A.C	138	25	U S D 3,450.00	Error En Corte
Elita A Cangalaya Isla	360	36. 96	U S D 13,305.6 0	Error En Impresión
Industria Panificadora Naturito S.A.C.	420	28	U S D 11,760.0 0	Error En Sellado
Impex G&G	120	37.	U 4,491.60	Error En

		43	S D	Impresión
TOTAL	3970 .5		USD 129,510.74	

La tabla expuesta nos confirmó que existen problemas en las estaciones de trabajo que requieren de un análisis detallado para determinar las causas principales de error.

Asimismo, analizamos las mermas que se generaron durante todo el 2019, y la cantidad que esta representa para Flexopack, como ya se había mencionado la línea de producción genera siempre un 3% de merma, sin embargo, como se observa en la tabla en los diferentes meses se ha excedido el % promedio.

Tabla 6:

Kg de mermas generadas en el 2019 – FLEXOPACK

PERU SAC

Meses	Producción (Miles)	Merma (KG)	% de Merma
Enero	13,711.67	822.7	6.0%
Febrero	12,688.24	862.8	6.8%
Marzo	16,038.60	914.2	5.7%
Abril	13,687.76	973.2	7.1%
Mayo	16,916.29	820.44	4.9%
Junio	20,766.10	1,225.20	5.9%
Julio	21,704.87	1,382.60	6.4%
Agosto	17,478.75	1,398.30	8.0%
Setiembre	23,565.79	1,432.80	6.1%
Octubre	15,877.46	1,127.30	7.1%
Noviembre	15,078.75	1,206.30	8.0%
Diciembre	19,540.85	1,387.40	7.1%
TOTAL	207,055.12	13,553.24	6.5%

En relación con los kilogramos de merma, es importante señalar que es necesario analizar las mermas generadas en cada estación de trabajo, ya que actualmente existe merma que se va a generar siempre, esto se debe a que la materia prima de BOPP ya considera un largo establecido, esto origina en promedio un 3% de merma en el proceso de refilado, asimismo, se nos confirmó que esta merma se añade al precio del producto.

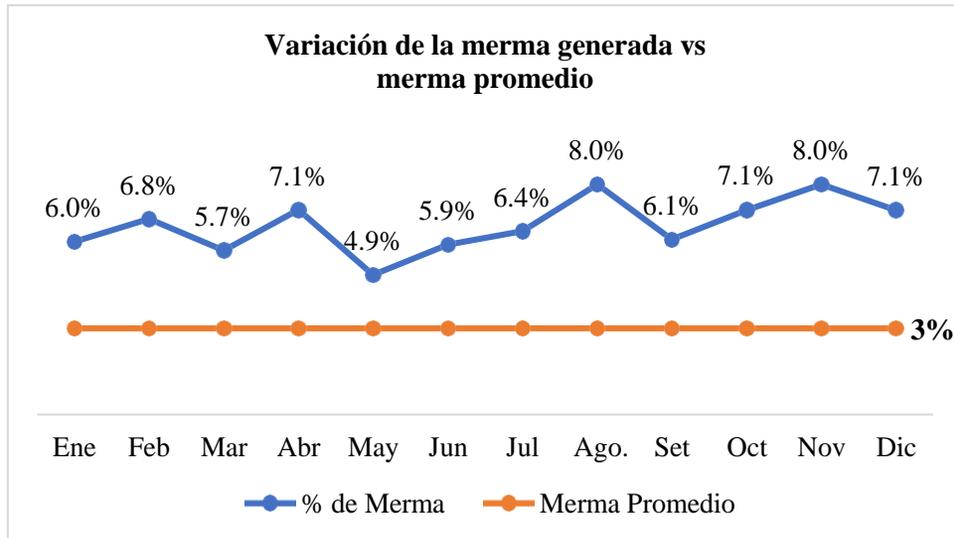


Figura 34. Variación de la merma generada. Elaboración propia.

Revisando la Tabla 3 y 6, podemos corroborar que las mermas acumuladas llegan a un promedio de 1 tonelada por mes. Sin embargo, ¿Cómo podemos sustentar que esto es un problema? A continuación, se presentará como influye el costo de materia prima directa en el volumen facturado anual.

Tabla 7

Costo de Materia Prima directa en el proceso de Laminado

Materia Prima	Costo MP \$/kg	Representación	Fracción
BOPP CTST 410MM X 17U-02BOB	2.6	0.71	1.846
PBDE G PBDE (G) LD200 OSTERLENE	1.26	0.22	0.2772
EVA BIODEGRADABLE	0.3	0.03	0.009
TINTAS	0.7	0.04	0.028
Total \$-kg	4.86		2.1602
Total, s./ kg			7.7

De acuerdo con la Tabla 7, nos muestra el costo de materia prima directa que nos da como resulta 7.7 S/. /kg de material producido. Con este dato podemos calcular el costo de merma que se produjo cada mes durante el año 2019.

Tabla 8.

Volumen Facturado 2019 vs Costo por Merma

Mes	Vol. Facturado	Costo por Merma
Enero	S/.91,405.00	S/.6,550.39
Febrero	S/.106,613.00	S/.6,812.96
Marzo	S/.119,588.00	S/.7,170.24
Abril	S/.83,409.00	S/.7,732.34
Mayo	S/.113,921.00	S/.6,571.49
Junio	S/.143,197.00	S/.9,672.74
Julio	S/.106,710.00	S/.10,861.62
Agosto	S/.112,854.00	S/.11,013.31
Septiembre	S/.134,125.00	S/.11,348.26
Octubre	S/.93,060.00	S/.8,857.31
Noviembre	S/.107,599.00	S/.9,496.41
Diciembre	S/.127,336.00	S/.10,913.98
Total	S/.1,339,817.00	S/.107,001.05

De acuerdo con los cálculos realizados, podemos corroborar que el costo de las mermas representa un 8% con respecto al volumen facturado. Con esto podemos concluir que el problema si es un problema pérdidas en gran medida a la empresa Flexopack Perú.

Análisis de las causas

Por ello, se analizó tres factores fundamentales: el material, la mano de obra y la maquinaria. A continuación, se apreciará factores cuantificados a detalle:

2.5.1. Causa – Efecto (Ishikawa)



Figura 33. Diagrama causa y efecto de análisis Flexopack Perú. Elaboración propia.

2.5.2. Factor material:

La empresa Flexopack adquiere la materia prima en sacos de Polietileno de uso general y Polietileno lineal en saco de 25 KG. Estos mismos, son enviados a los proveedores para realizar el proceso de extrusión, al cabo de algunos días la empresa recibe la materia prima en bobinas laminadas, estos se utilizan para realizar las órdenes de compra de los clientes. A continuación, se muestra las causas raíz que ocasionan mermas y productos que no cumplen las especificaciones del cliente en kilogramos.

Tabla 9:

Causas Raíz de los Defectos de la bobina extruida – FLEXOPACK PERU SAC

CAUSAS	KG de MP	Frecuencia Relativa	Frecuencia relativa acumulada
Variabilidad del Espesor	387.1	55 %	55%
No presenta Fotocélula	237.2	34 %	89%
Maltrato de lámina	48.3	7%	96%
Bobina sucia	31.3	4%	100%
TOTAL	704.0	100 %	

Por lo estudiado en este proyecto, se puede decir que el principal problema es el espesor de la bobina que se presenta en el proceso de extrusión. Por lo cual, el Gerente General de la empresa tiene un acuerdo con los proveedores en que el espesor debería tener solo un 5% de variabilidad. Por ello, se realizó la medición de dicho espesor en los últimos meses, como se presenta en la siguiente figura.

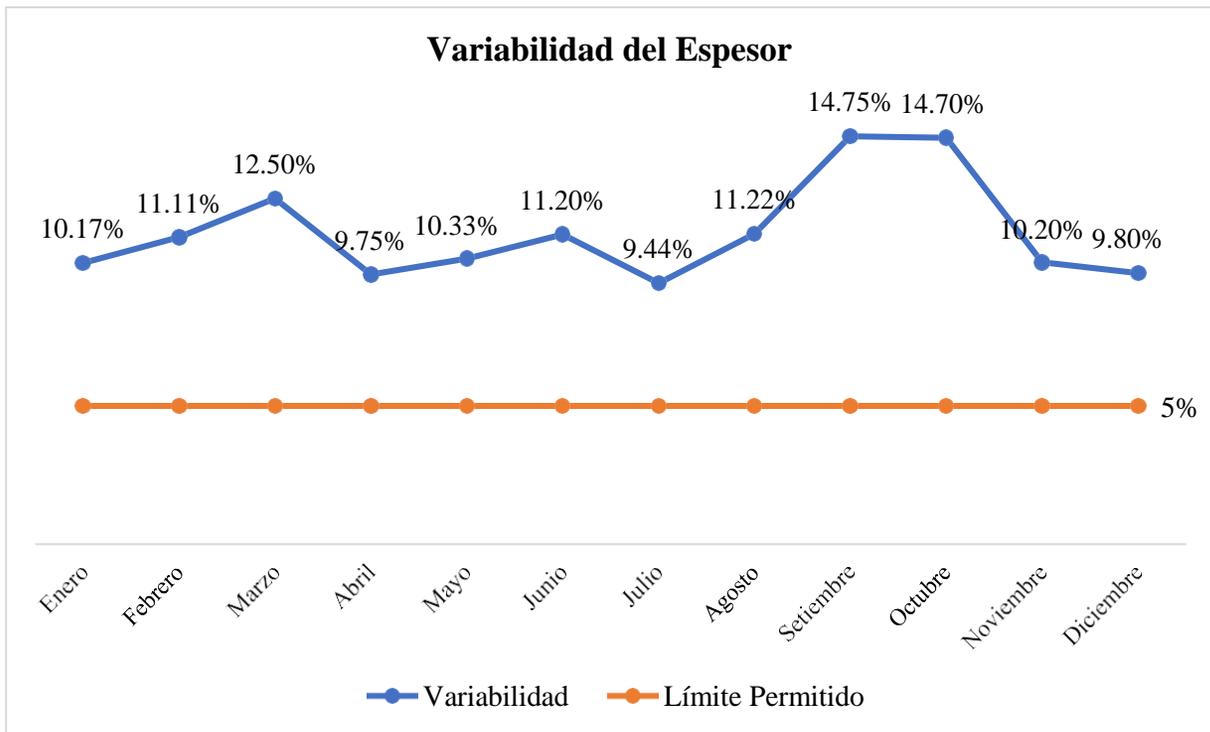


Figura 35. Variabilidad del espesor de las bobinas – 2019. Elaboración propia.

2.5.3. Factor maquina:

Mediante lo observado en la empresa, cada vez que se para la máquina, ya sea proceso de impresión, refilado, laminado o sellado. Se produce un defecto en el producto, este defecto conlleva a que se presente más mermas y más productos no conformes por el cliente. La maquinaria se para por estos motivos que se presentaran a continuación.

Tabla 10:

Causas Raíces de Máquina Parada – FLEXOPACK PERU SAC

CAUSAS	KG de MP	Frecuencia Relativa	Frecuencia relativa acumulada
Averías	110.1	45%	45%
Atascamiento de plástico	92.3	37%	82%
Desajuste de la bobina	44.2	18%	100%
TOTAL	246.6	100%	

2.5.4. Factor mano de obra:

La mano de obra solo afecta al problema en un 10%. Por lo cual, al realizar el estudio se detectó errores operativos que afectan directamente a la presentación final que tiene el producto final. Por ello, al analizar las causas se produce por los siguientes motivos.

Tabla 11:

Causas Raíces del factor Mano de Obra – FLEXOPACK PERU SAC

CAUSAS	KG de MP	Frecuencia Relativa	Frecuencia relativa acumulada
Calibración de temperatura (selladora)	63.5	69%	69%
Error en combinación de colores	18.0	20%	89%
Des calibración de la máquina	10.0	11%	100%
TOTAL	91.5	100%	

2.5.5. Árbol de problemas y de Objetivo

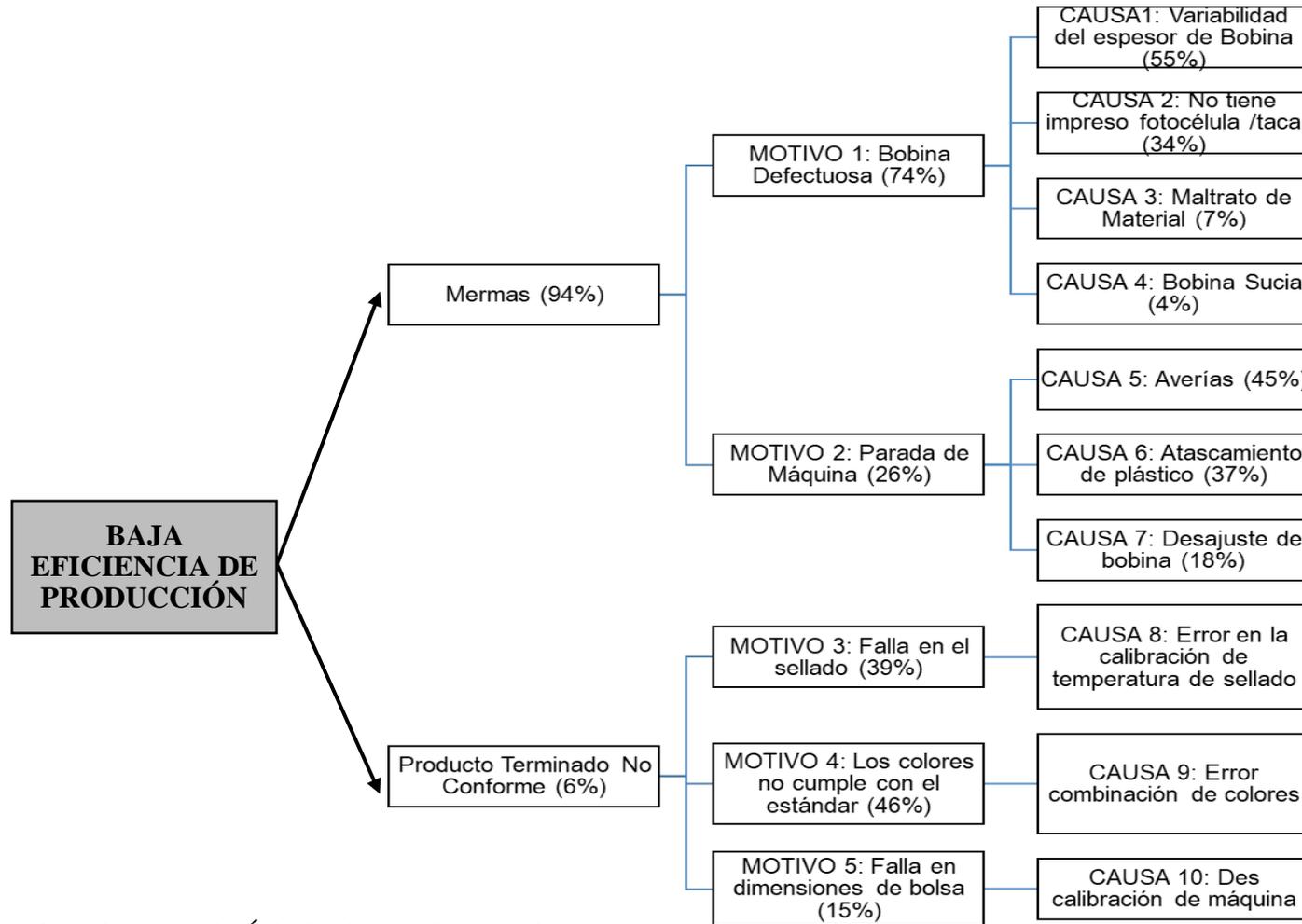


Figura 36. Diagrama de Árbol. Elaboración propia.

2.5.6. Vinculación de causas con solución

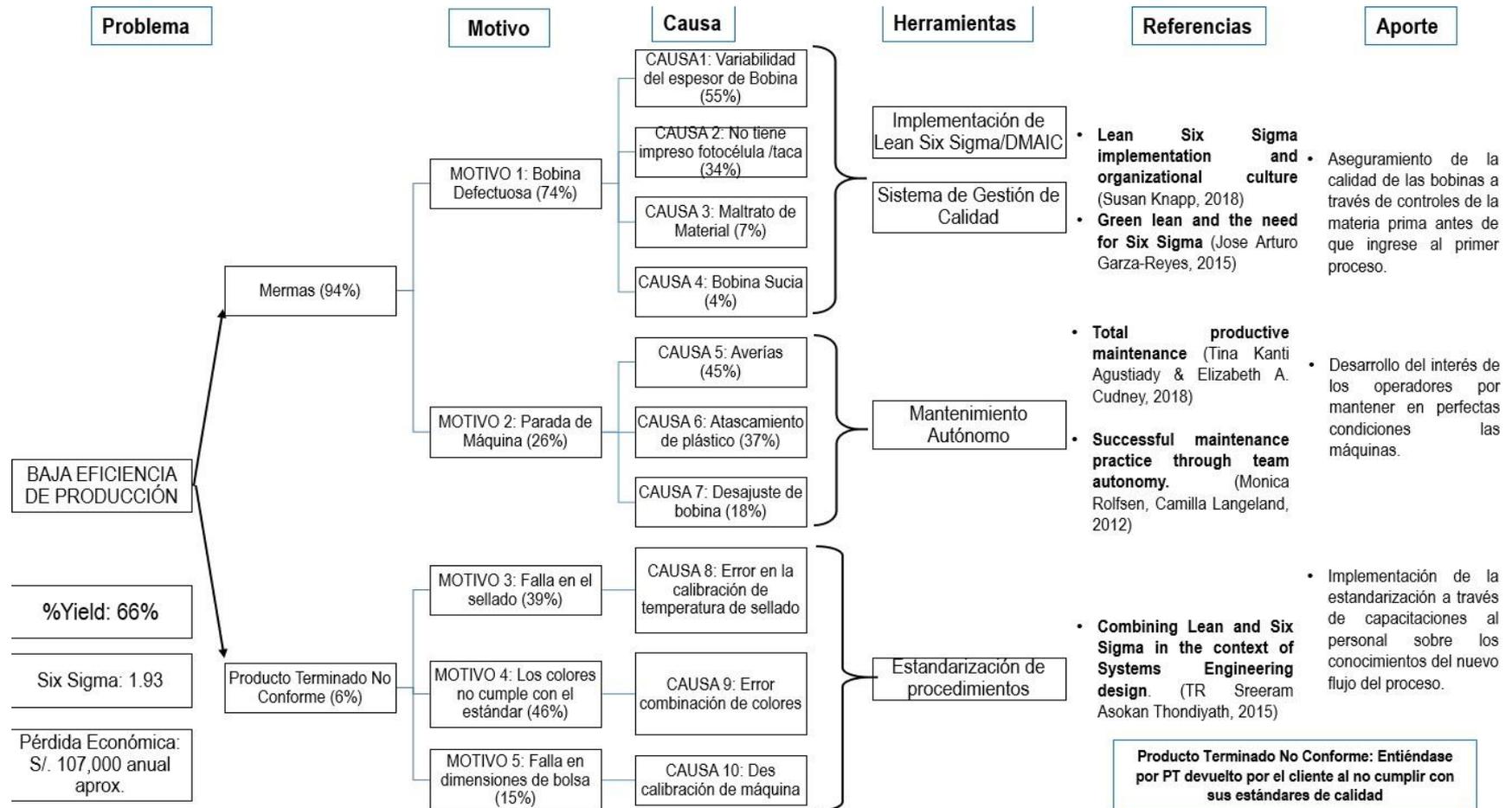


Figura 37. Vinculación de Causas con Solución. Elaboración propia.

2.6. Hipótesis

Se analizó el estado de la empresa y se encontró que la causa principal de la baja eficiencia del sistema productivo es: (i) el incremento de las mermas que se obtiene en cada estación de trabajo, (ii) deficiente control de calidad para la entrega de producto final y (iii) las horas paradas de máquina, generando demoras en la entrega del producto final, esto conlleva a definir bien los objetivos de la empresa y tener una opción para poder reducir la variabilidad en cada proceso, y así realizar las medidas necesarias para mejorar la producción. Por ello, se debe utilizar una metodología que pueda reducir las unidades defectuosas y reducir los fallos en la entrega del producto final, para mejorar la calidad del servicio y de los productos. A continuación, se presentará las herramientas necesarias para poder realizar los objetivos de este proyecto.

METODOLOGIA DMAMC:

Es una metodología de mejora de procesos o productos, centrada en la reducción de variabilidad de los mismos, que persigue reducir los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. Consiste en la aplicación de un proceso estructurado en cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. (Felizzola Jiménez and Luna Amaya, 2014)

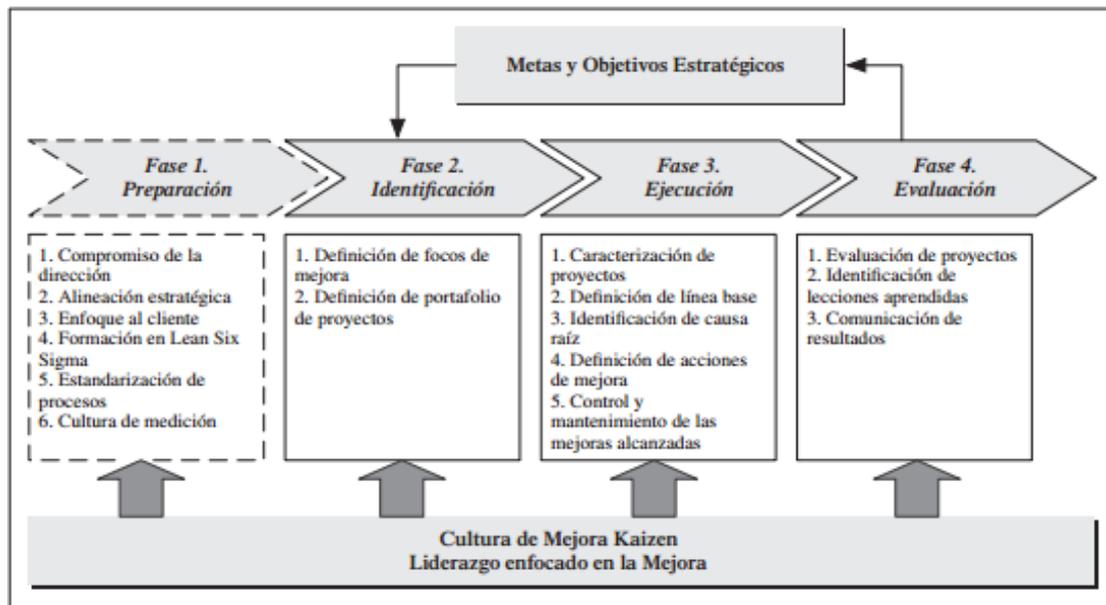


Figura 38: Metodología para implementar Lean Six Sigma en PYMES. Felizzola y Luna:

Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico

CAPITULO III – PROPUESTA – APORTE

En el capítulo anterior se establece la estructura de una propuesta de solución al problema identificado; asimismo para poder identificar el problema principal se realizó un diagnóstico de la situación actual de Flexopack, en el cual se determinó que la empresa en mención tiene un problema con la producción, encontrándose problemas por mermas en la producción y producto terminado no conforme, en ambos casos excediéndose del límite permitido. Luego de identificar el problema, fue necesario ponderar las causas raíces que generan el problema, la ponderación es importante para definir el factor que genera mayor cantidad de mermas y/o productos no conformes.

Identificando el problema principal y sus causas raíces ya ponderadas, el presente capítulo tiene la finalidad de elaborar una propuesta de solución al problema identificada. Esta propuesta se elaboró utilizando artículos como sustento, ya que estos fueron aplicados con éxitos en otros negocios.

3.1. Vinculación de causa con solución

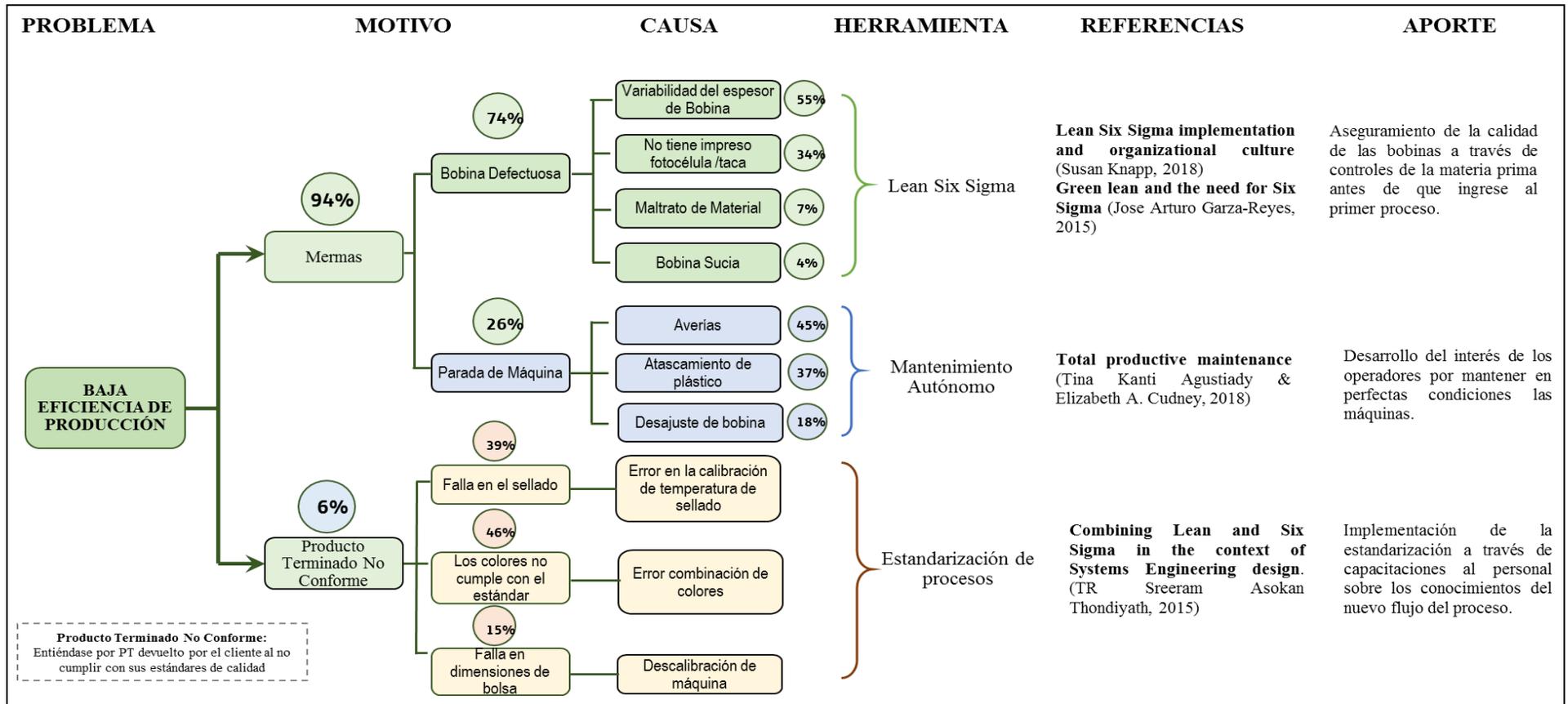


Figura 39: Vinculación de herramientas con solución de la empresa Flexopack Perú. Elaboración Propia

3.2. Diseño de la propuesta

Para definir nuestro modelo de solución, se ha utilizado como fuente tres artículos indexados que nos permitan desarrollar una solución al problema expuesto en el capítulo dos.

A. LEAN SIX SIGMA

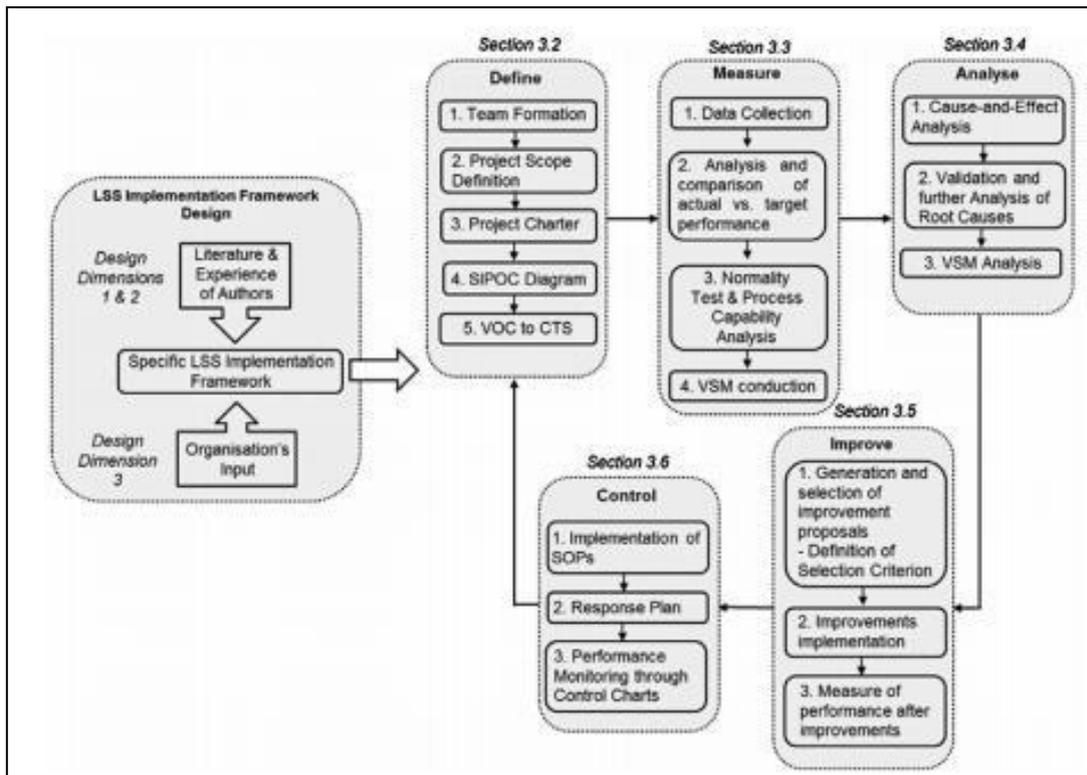


Figura 40 : Modelo DMAMC, Lean Six Sigma. Garza-Reyes, J. A. (2016) ‘A Lean Six Sigma framework for the reduction of ship loading commercial time in the iron ore pelletising industry’, Production Planning and Control.

Como ya se expuso en Figura 40, se utilizará la metodología Lean Six Sigma, como alternativa de solución a las bobinas defectuosas el cual representa el 74% de los problemas encontrados por mermas, Garza- Reyes (2016), desarrolla el método DMAMC, detallando los pasos a seguir en cada etapa. Asimismo, en la tabla 1, se especificará el problema y herramienta analizado por el autor.

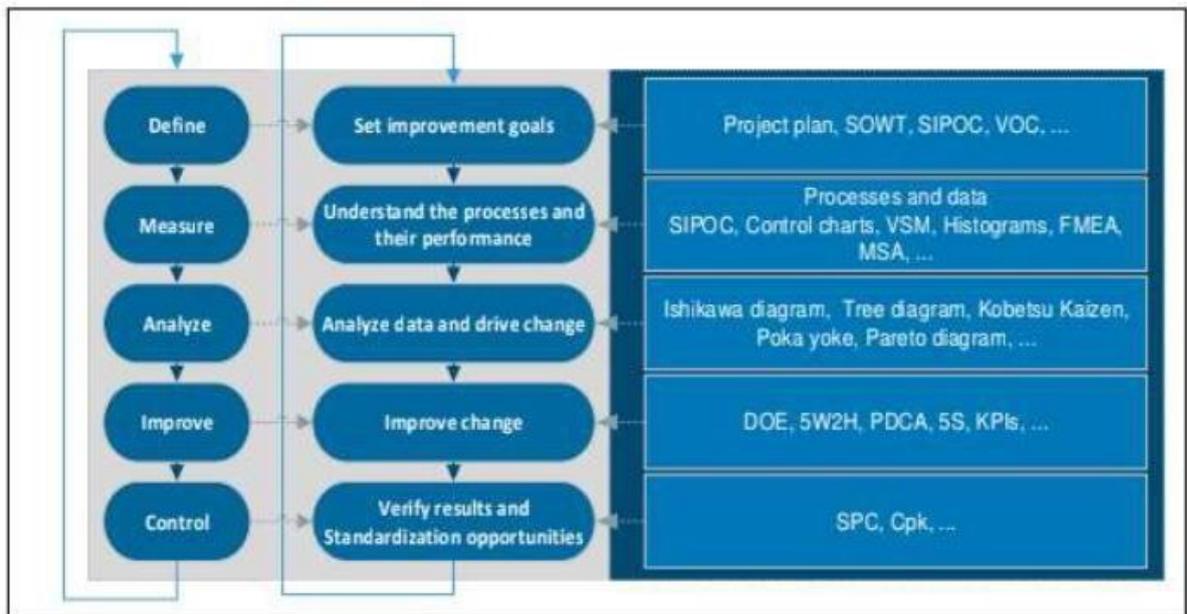


Figura 41: Herramientas Lean Six Sigma – Modelo DMAMC. Pereira, A. M. H.(2019) ‘Lean six sigma approach to improve the production process in the mould industry: A case study’, Quality Innovation Prosperity.

De igual forma que Garza (2016), Pereira (2019) también utilizó el método DMAMC como alternativa de solución al caso de estudio, este artículo permitió evaluar algunas herramientas para desarrollar la propuesta de solución, este modelo desarrollo cada herramienta para obtener resultados exitosos. Asimismo, en la tabla 1 al igual que el Figura anterior se detallará el problema y solución analizado.

B. Mantenimiento autónomo

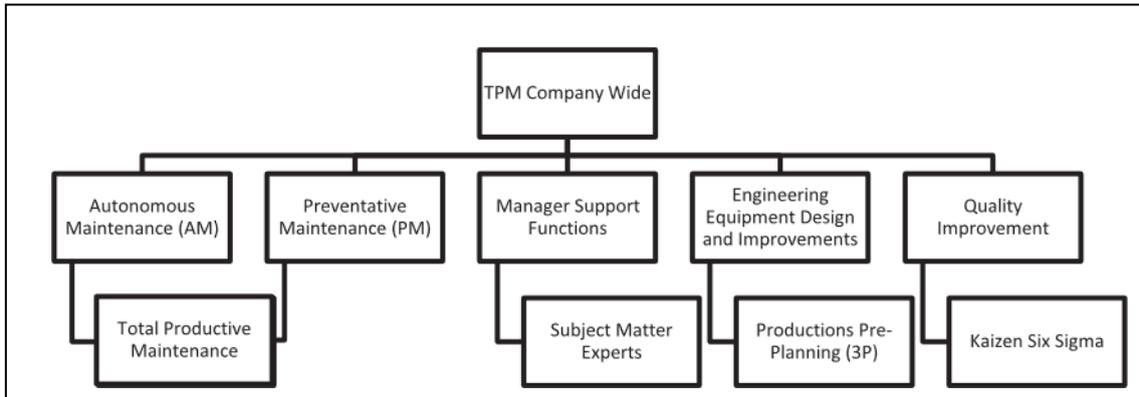


Figura 42: TPM Visión Holística. Tina Kanti Agustiady & Elizabeth A. Cudney (2018): Total productive maintenance, Total Quality Management & Business Excellence.

Como ya se expuso en el Figura 39, la empresa actualmente genera mermas que son ocasionadas por paradas de máquina (26%), bajo esta premisa se utilizó el modelo propuesto por las autoras, para implementar uno de los pilares: mantenimiento autónomo por el cual los mismos operarios son responsables de sus máquinas, encargándose que sus equipos se encuentren limpios, inspeccionados y lubricados, previniendo las posibles fallas.

Bajos los tres modelos expuestos, se propone desarrollar el modelo DMAMC en la empresa a investigar, con la finalidad de mejorar la baja eficiencia de producción .

C. Modelo propuesto

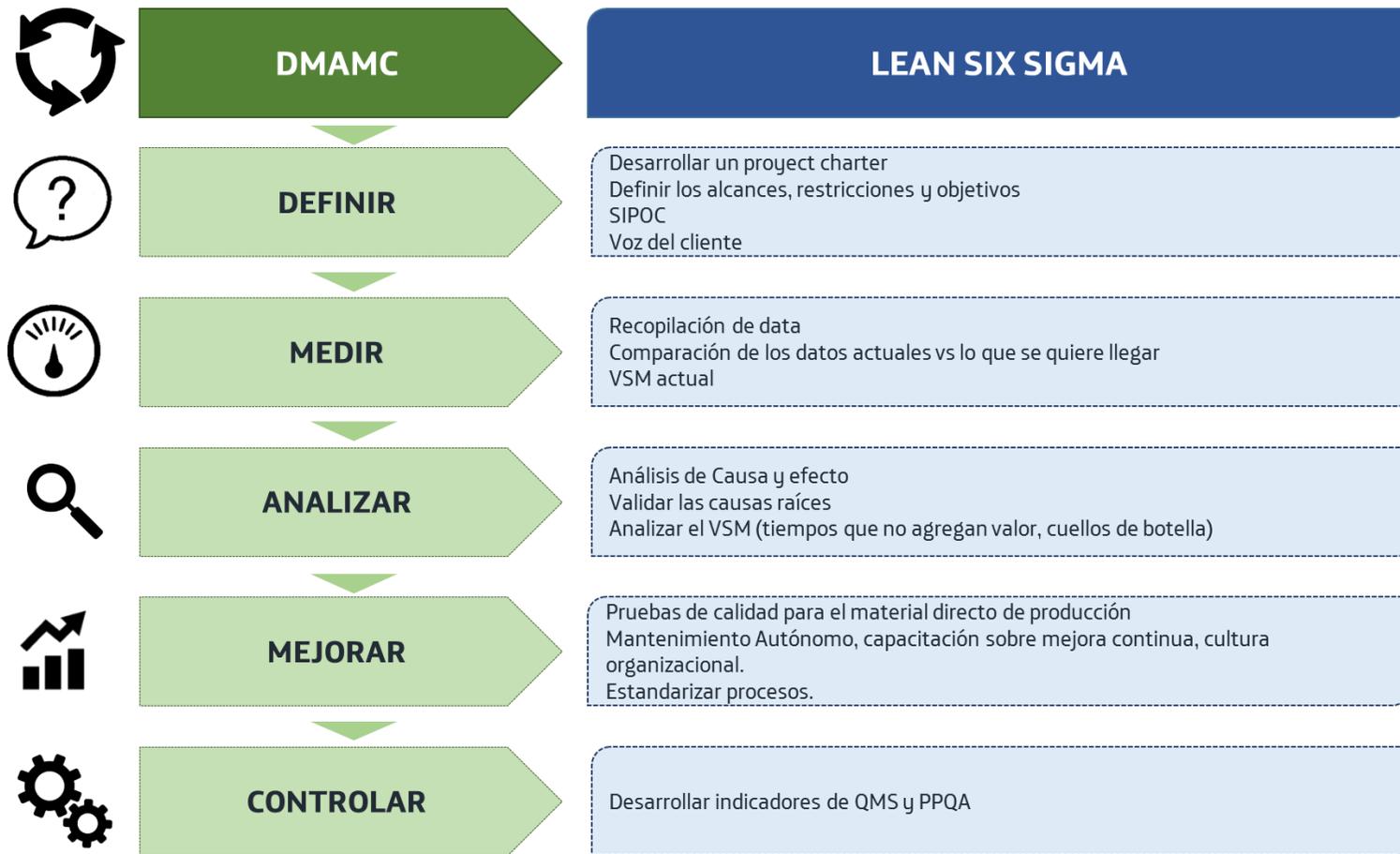


Figura 43: Modelo DMAMC Propuesto

3.3. MOTIVACIÓN DE LA PROPUESTA

El problema identificado en Flexopack Perú es la baja eficiencia en la producción originado por las mermas en la producción (94%) y devolución de productos no conforme (6%), la motivación de nuestra propuesta se basa en la investigación de diferentes artículos indexados que analizaron problemas similares, en el capítulo uno se explicó las metodologías que se utilizarán como propuesta de solución

1. Lean Six Sigma
2. Mantenimiento autónomo.
3. Estandarización de procesos

Con ayuda de estas metodologías se propone reducir las mermas que se han generado, así como definir herramientas de control en toda la producción.

3.4. DISEÑO Y DESARROLLO

El diseño de la propuesta se basa en la aplicación de la metodología DMAMC, el cual en la etapa de mejorar incluye el desarrollo de: Pruebas de calidad, pilares del TPM y estandarización de procesos.

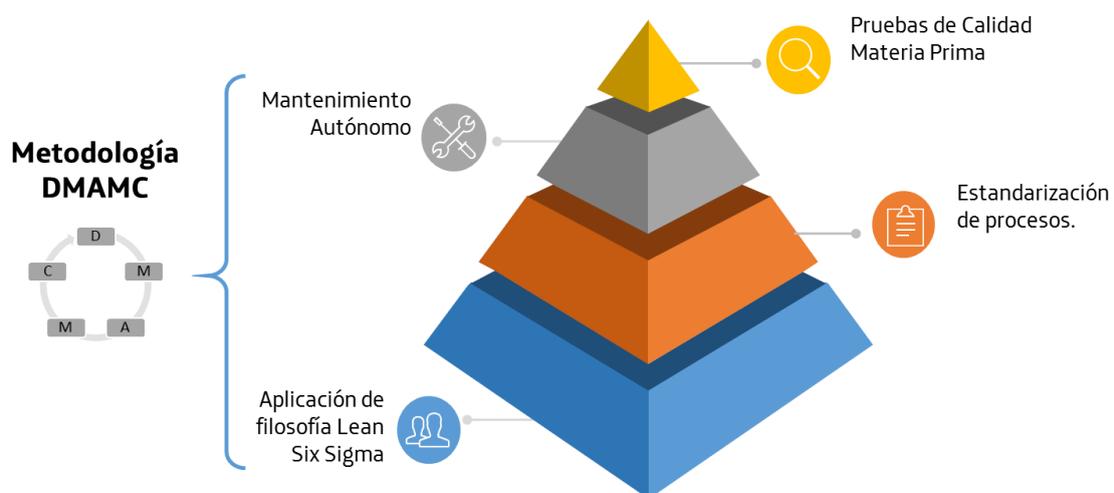


Figura 44: Desarrollo de modelo propuesto. Elaboración propia.

Como base principal es necesario capacitar e informar al personal sobre la metodología Lean Six Sigma, exponiendo los beneficios que traen consigo la implementación de las herramientas, bajo esta premisa de que la base fundamental es lograr el compromiso de desde la alta gerencia hasta los operarios de producción.

Como pilar fundamental se requiere realizar pruebas de calidad en la materia prima, esto evitará iniciar con la producción de bolsas que irán generando mermas en cada estación de trabajo, asimismo, se plantea incluir mantenimiento autónomo para reducir las fallas de paradas de máquina como tercer paso a realizar es necesario desarrollar y estandarizar los procesos existentes, todas estas herramientas deberán de ser medidas y a su vez definir indicadores que permitan controlar la eficiencia.

3.5. APLICACIÓN METODOLOGÍA DMACM

Para obtener buenos resultados es necesario el desarrollo de una metodología que permita un correcto desarrollo de las herramientas y garantice la mejora continua de estas.

La metodología DMAMC, se basa en el análisis de datos para mejorar los procesos, la cual está formada por cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, cada uno de estos pasos debe desarrollarse en el orden indicado; y si al finalizar del ciclo no se obtiene el resultado esperado, el ciclo deberá reiniciarse.

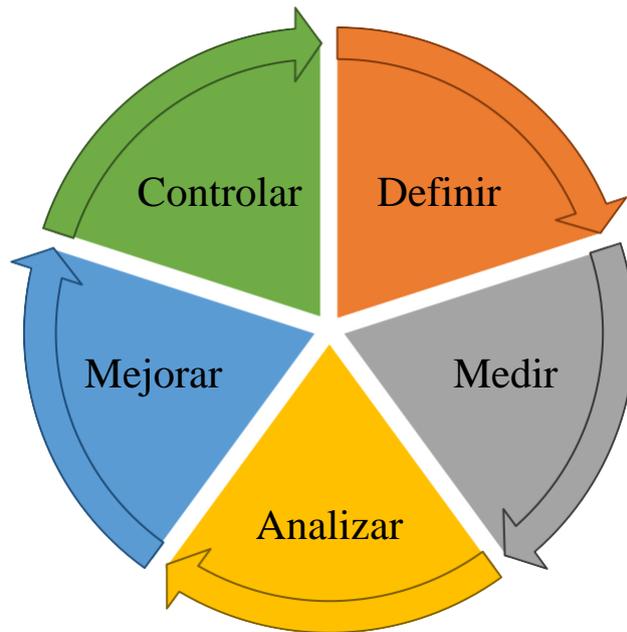


Figura 45: Ciclo de la metodología DMAMC.

Elaboración propia

3.5.1. DEFINIR

El primer paso de esta metodología tiene como finalidad interpretar lo que se desea realizar, así como definir cuál es el resultado que se espera obtener; para lograr este paso es necesario que todo el equipo sea entrevistado con el fin de desarrollar los procesos del negocio, identificar los requerimientos del cliente, los procesos críticos, determinar las necesidades del cliente, interpretar la voz del cliente, además de desarrollar un SIPOC que determine el flujo del proceso.

Para este punto es importante determinar los siguientes puntos.

Objetivos	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las oportunidades de mejora - Definir objetivos y alcances. - Determinar los requerimientos críticos de los clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Describir el problema - Medir la magnitud del problema. - Encuestar a los clientes. - Identificar y mapear los procesos. - Determinar los integrantes del equipo.

3.5.2. MEDIR

Después de definir el problema principal, es necesario determinar cuáles serán los inputs y outputs; las cuales deberán ser medidas y controladas.

En este punto es fundamental recopilar toda la información necesaria; asimismo, es vital que la data haya sido validada durante toda la fase de medición, esto con la finalidad que pueda ser controlado con precisión durante el avance del proyecto.

Objetivos	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las variables críticas para evaluar el impacto en el problema. - Desarrollar una metodología para la recopilación de información 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar inputs y outputs - Graficar y analizar la información - Desarrollar VSM

3.5.3. ANALIZAR

En esta fase se analizará la relación entre las variables observadas, bajo esta premisa se priorizará cuáles son las causas que más afectan el problema encontrado. En esta fase se podrá tener una visión de cómo determinará una posible solución.

En este punto es necesario elaborar una matriz de causa y efecto, esta a su vez requiere de ser validada con información estadística que corrobore las causas raíces.

Objetivos	Actividades
<ul style="list-style-type: none">- Identificar y validar la información- Determinar por qué existen tanta variabilidad en el proceso.- Definir que oportunidades de mejora existen.	<ul style="list-style-type: none">- Seleccionar información e identificar problemas específicos.- Diagrama de Causa y Efecto.- Validar la causa raíz.- Desarrollar análisis comparativo.- Implementar análisis de regresión

3.5.4. MEJORAR

En esta fase se determina la relación que existen entre la causa y efecto, con el objetivo de predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. En este punto se establecen los mecanismos que se utilizarán para obtener resultados exitosos, se evaluarán y desarrollarán acciones de mejora. Asimismo, en esta fase se desarrolla un plan de implementación de piloto propuesto para corregir las causas encontradas.

Objetivos	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar, evaluar y seleccionar la solución. - Desarrollar un enfoque para adaptar a toda la organización con la implementación de la metodología Lean Six Sigma 	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de propuestas de solución. - Determinar impacto de soluciones. - Comunicar solución a todos los interesados. - Elaborar un plan piloto.

3.5.5. CONTROLAR

El propósito de esta etapa es establecer las herramientas que garanticen que las variables analizadas se mantengan dentro de los parámetros definidos para la empresa. En este punto el equipo encargado incluirá procedimientos de respuesta que garanticen el correcto rendimiento de la propuesta. Se deberá estandarizar e integrar las mejoras, asimismo se cuantificará las mejoras obtenidas, así como se establecerá un plan de transición para el cumplimiento a largo plazo.

Objetivos	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar que la implementación funcionó correctamente. - Mantener las variables dentro de rangos permitidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar la reducción de las causas. - Desarrollar indicadores de control. - Integrar lecciones aprendida.

En relación a las etapas mencionadas la Figura 46 muestra el flujo propuesto para el desarrollo de la metodología DMAMC.

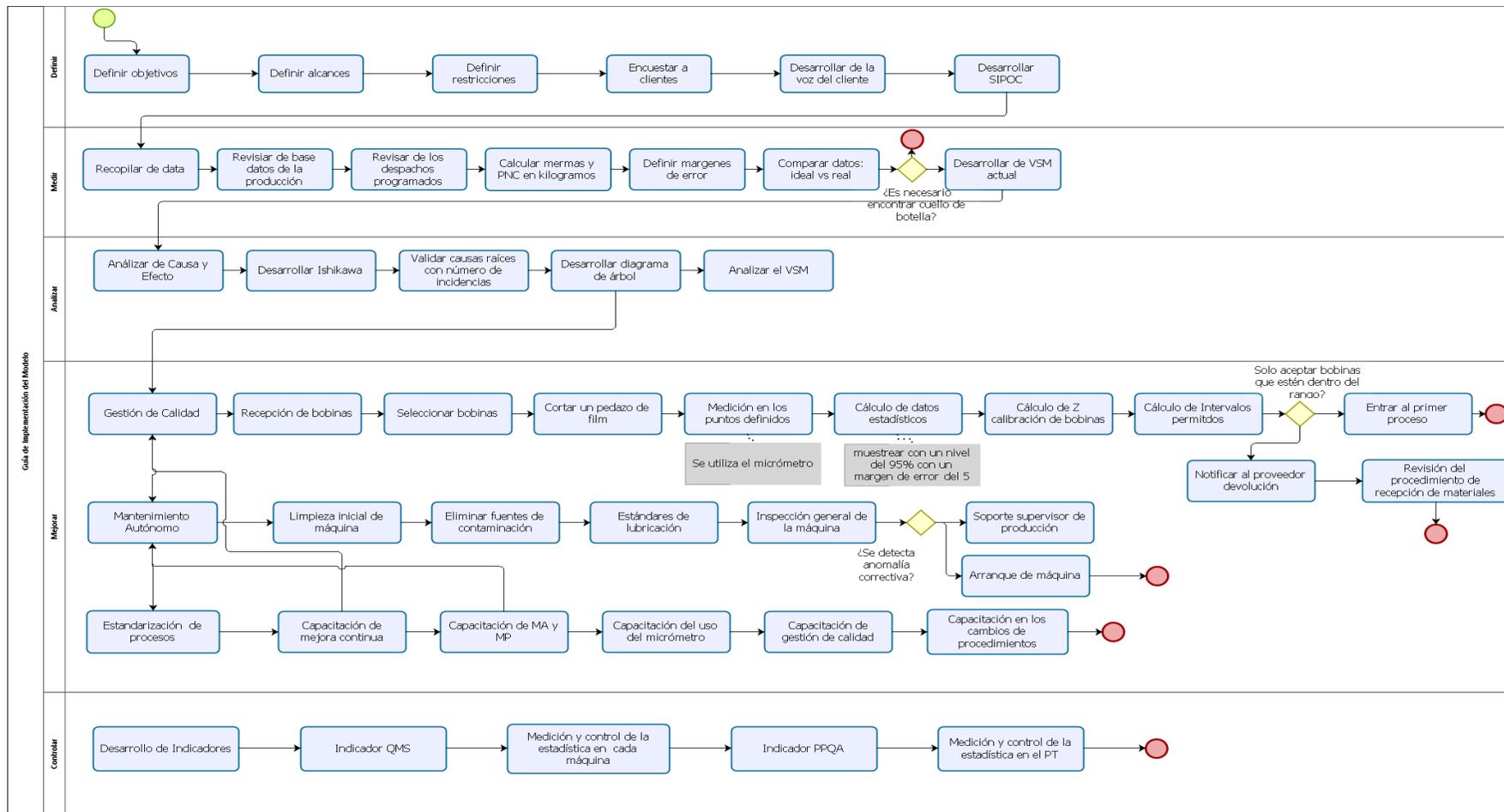


Figura 46: Diagrama de Flujo -Propuesta de solución. Elaboración Propia

3.6. Desarrollo del modelo

Como ya se había mencionado, nuestra propuesta de solución, se basa en desarrollar el método DEMAMC en la Flexopack Perú.

3.6.1. Definir

3.6.1.1. Project Charter

A. Información General

Nombre del Proyecto	Propuesta de Mejora del Proceso Productivo Integrando El Ciclo DMAMC Y Kaizen para reducir la merma producida en una MYPE de producción de envases plásticos	Fecha de Preparación:	Abril 2020
Patrocinador:	Eduardo Joao Javier Arrunátegui – Gerente General	Fecha de Modificación:	Setiembre 2020
Preparado por:	José Soria - Kerly Javier	Autorizado por:	Eduardo Joao Javier Arrunátegui

B. Propósito del Proyecto

Brindar a la empresa Flexopack Perú las herramientas clave para la optimización de la producción dentro de cada proceso que se realiza para la fabricación de envases de plástico, a través de la metodología Lean Six Sigma que se lleva a cabo para mejorar no solo del proceso productivo, sino la atención del cliente.

C. Objetivo del Proyecto

METAS DE LA ORGANIZACIÓN	OBJETIVOS DEL PROYECTO
<p>Cumplir con la mejora del rendimiento de la empresa Flexopack Perú</p>	<p>Analizar y diagnosticar el estado actual de los procesos de la empresa Flexopack Perú y evaluar su rendimiento</p>
<p>Cumplir con los controles estadísticos de procesos y analizar los problemas</p>	<p>Determinar cuáles son los variables críticas que afectan actualmente el proceso productivo de la empresa y validar las herramientas de Lean Six Sigma que se puedan emplear para encontrar solución al problema de producción</p>
<p>Lograr la mejora continua del proceso productivo a través de la metodología</p>	<p>Verificar si la propuesta de mejora realmente ayuda a una mejora continua del proceso productivo</p>
<p>Cumplir con las obligaciones con los trabajadores tratando de optimizar tiempos y costos en este proceso</p>	<p>Diseñar un plan que permita mejorar los procesos de producción de empaques de plásticos</p>

<p>Mejorar la eficiencia de la producción, para lograr el Six Sigma</p>	<p>Brindar soluciones de forma que cada uno envíe al siguiente el material que este precise y cuando lo precise; constituye una forma eficiente de producir lo que se necesite.</p>
---	---

D. Alcance del Proyecto

Resultados del Proyecto.

- ✓ Reducción de los desechos que salen en cada proceso productivo.
- ✓ Reducción de los productos defectuosos que salen directo al cliente final.
- ✓ Mejorar la eficiencia, llegando al objetivo de 6 sigma a través de las reducciones de errores en proceso.
- ✓ Lograr un plan optimo que permita mejorar los procesos de productivos de empaques de plástico.

Contenido del desarrollo del proyecto.

- ✓ Auto gestionar al personal
 - Mejorar la calidad del ambiente de trabajo
 - Definir equipos de trabajo auto gestionados
 - Desarrollar habilidades
 - Instrucción directa del puesto de trabajo
 - Brindar al operario un check list
 - Colocar en las paredes folletos de los flujogramas de cada proceso
 - Retroalimentación de los impactos de autogestión
- ✓ **Herramientas tecnológicas**
 - Elaborar términos de referencia de los equipos a adquirir
 - Cotización de los equipos
 - Evaluar propuesta

- Adquirir equipos
- Instalar equipos y pruebas
- ✓ **Estudio de tiempos y métodos**
 - Estudio de tiempos con nuevo proceso
 - Determinar los nuevos tiempos
- ✓ **Gestión por procesos**
 - Estandarizar procesos
 - Capacitar al personal con nueva tecnología
- ✓ **Establecer puntos de control**
 - Generación de informes e indicadores, validación de los mismos
 - Seguimiento de la implementación
- ✓ **Entrega formal del proyecto**

Exclusiones.

- Aumentar las ventas en la empresa Flexopack Perú
- Desarrollar la gestión de recursos humanos, contabilidad y control interno
- No se considera como parte del proyecto la generación de asientos contables que no sean los referentes a las ventas.

Stakeholders claves.

- Gerente General – Eduardo Joao Javier Arrunátegui
- Gerente de Ventas – Sonia Quintanilla Salvador
- Contador General – Juan Carlos Huerta

- Jefe de producción – Jesús Quispe

Hipótesis o Suposiciones.

- Los stakeholders de la empresa brindaran todas las facilidades del caso para la habilitación de los ambientes físicos para el trabajo de los consultores del proyecto.
- Los stakeholders de la empresa brindaran la información necesaria requerida a solicitud de los consultores con un plazo máximo de 48 horas.
- La experiencia de los consultores en proyectos similares o del mismo rubro.
- La Dirección General de la empresa asignara al personal involucrado en el proyecto en los horarios que sean requeridos, ya sea en tiempo parcial o total.

Restricciones.

- El horario de trabajo de los integrantes del equipo de desarrollo será de lunes a viernes de 9:00 am a 5:00 pm.
- El proyecto de investigación debe terminar a final del año 2020.

E. Factores Críticos de Éxito del Proyecto

Los indicadores que se medirán para evaluar el éxito del proyecto son los siguientes:

- ✓ Cumplimiento del cronograma de actividades
- ✓ La calidad de los entregables (especificaciones, documentos y diagramas), se medirá en términos de entendimiento, precisión y generación de valor para las siguientes fases del proyecto
- ✓ Eficiencia de los procesos.
 - Tiempo de producción de entregables no mayor al planificado
 - Utilización de recursos según lo planeado

- Lograr los objetivos enunciados en el presente Plan del Proyecto.
- ✓ Delimitación precisa del alcance del proyecto de investigación.
- ✓ Definición clara de los objetivos del proyecto de investigación.
- ✓ Estimación correcta del esfuerzo de todas las actividades del proyecto.

F. Planeamiento Inicial del Proyecto al alto nivel

Estimación de recursos requeridos:

- **Recursos materiales:**

- Una oficina para el uso exclusivo de los consultores del proyecto. Se deberá contar con una mesa de trabajo para 3 personas, pizarra acrílica, entre otros.
- Una laptop personal Core i7 2.7 GHz 1 TB de HD y 6 GB de RAM, con acceso a internet
- Una impresora
- Estante de archivadores

Beneficios Estimados:

- ✓ Mejorar la gestión de los procesos mediante informes que permitan a la alta gerencia tomar decisiones más adecuadas
- ✓ Mejorar el desempeño del personal de producción mediante un manejo más adecuado de las bonificaciones orientadas a la obtención de objetivos
- ✓ Diseñar un mejor control del desempeño de operarios mediante el seguimiento y supervisión de los procesos.

Estimación de Fechas a Programar:

Fecha de inicio: agosto 2020

Fecha de término: diciembre 2020

G. Autoridad del Proyecto

Autorización

Gerente General – Eduardo Joao Javier Arrunátegui

Gerente Del Proyecto

José Gerardo Soria Marín

Kerly Javier Flores

Comité De Seguimiento (Dirección)

Gerente del Proyecto – José Soria / Kerly Javier

3.6.1.2. Diagrama EDT



Figura 47: Diagrama EDT Proyecto Flexopack Perú. Elaboración propia.

3.6.1.3.Cronograma de Ejecución del proyecto

Nº	ETAPAS	Costos	Fecha Inicio	Fecha final	Octubre			Noviembre			Diciembre			
1	1. CAPACITACIONES	S/.10,290.00	1/10/2020	9/11/2020										
2	1.1. MEJORAR LA CALIDAD DEL AMBIENTE DE TRABAJO	S/.100.00	1/10/2020	22/10/2020										
3	1.2. COSTO POR MANO DE OBRA PARADA	S/.2,790.00	23/10/2020	24/10/2020										
4	1.3. DESARROLLAR HABILIDADES	S/.7,000.00	25/10/2020	31/10/2020										
5	1.5. BRINDAR AL OPERARIO UN CHECK LIST	S/.100.00	1/11/2020	7/11/2020										
6	1.6. COLOCAR EN LAS PAREDES FOLLETOS DE LOS FLUJOGRAMAS DE CADA PROCESO	S/.300.00	8/11/2020	9/11/2020										
7	2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	S/.21,393.04	15/10/2020	10/12/2020										
8	2.1. EQUIPOS DE LIMPIEZA	S/.7,120.60	15/10/2020	20/10/2020										
9	CEPILLO DE TALLAR 260 MM - 14 UNIDADES	S/.303.66	15/10/2020	20/10/2020										
10	CUBA DE 12 LITROS - 14 UNIDADES	S/.1,163.82	15/10/2020	20/10/2020										
11	PAÑOS ABSORVENTES - 20,000 UND	S/.5,400.00	15/10/2020	20/10/2020										
12	ESCOBA 410 MM BLANDAS DURAS - 7 UNIDADES	S/.253.12	15/10/2020	20/10/2020										
13	2.2. HERRAMIENTAS DE LUBRICACION	S/.436.80	15/10/2020	20/10/2020										
14	ENGRASADORA MANUAL - 7 UND	S/.335.30	15/10/2020	20/10/2020										
15	ESCOBILLA - 7 UND	S/.45.50	15/10/2020	20/10/2020										
16	GRASERA - 7 UND	S/.56.00	15/10/2020	20/10/2020										
17	2.3. DETERGENTES, LUBRICANTES	S/.10,335.64	15/10/2020	10/12/2020										
18	TOPAX 58	S/.1,565.64	15/10/2020	20/10/2020										

19	VORTEXX ES	S/.4,360.0 0	15/10/20 20	20/10/20 20	■													
20	KRONES CELEROL L 7003	S/.4,410.0 0	15/10/20 20	10/12/20 20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
21	2.4. ADQUIRIR EQUIPO - BALANZA MEDIDOR DE ESPESOR	S/.3,000.0 0	10/11/20 20	14/11/20 20					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
22	2.5. INSTALAR QUIPOS Y PRUEBAS DE LA BALANZA	S/.500.00	15/11/20 20	16/11/20 20					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
23	6. ENTREGA FORMAL DEL PROYECTO	S/.31,683. 04	1/10/202 0	10/12/20 20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura 48: Cronograma de Ejecución del proyecto. Elaboración propia

3.6.1.4. Diagrama SIPOC

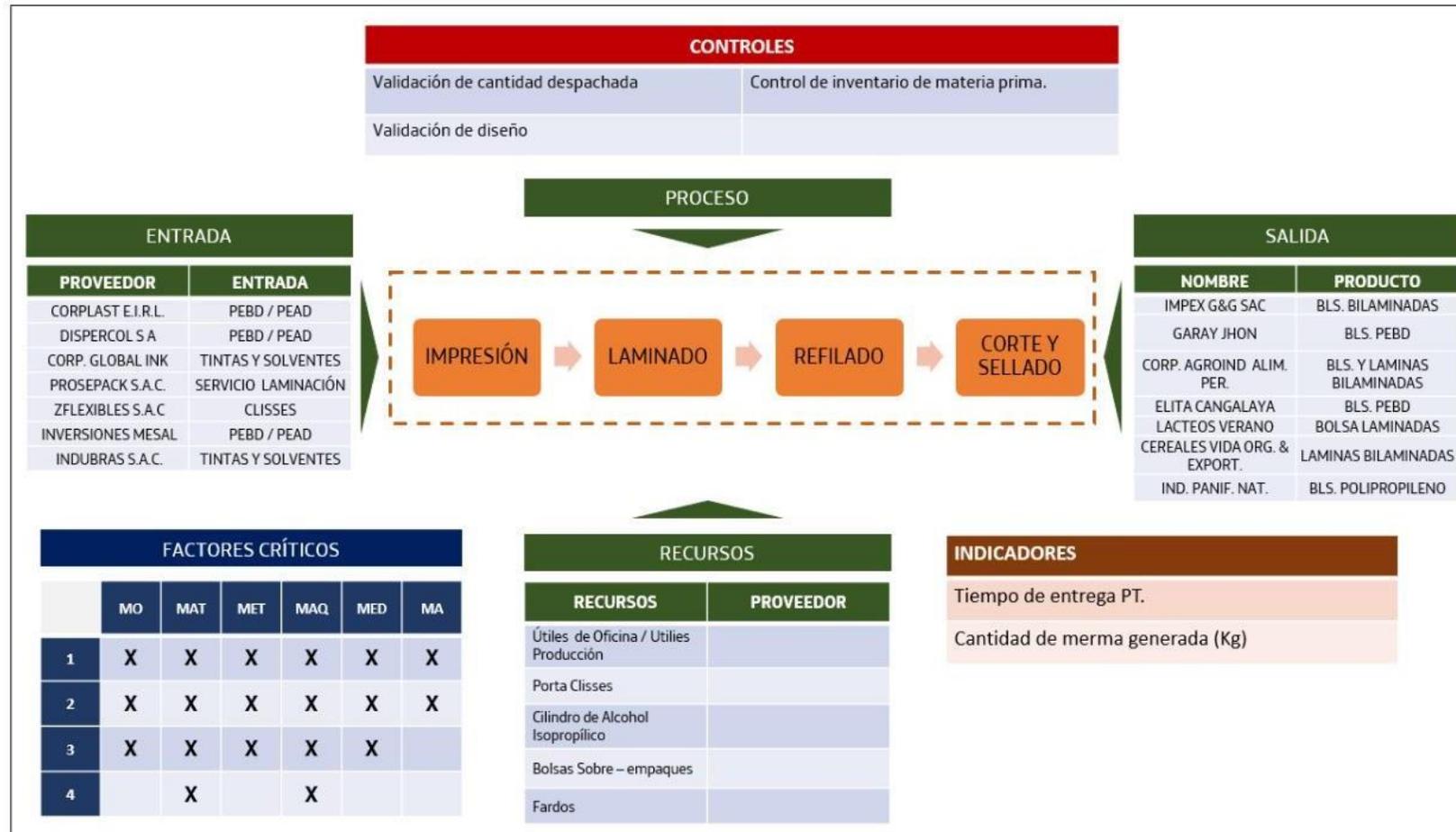


Figura 49. SIPOC de la empresa Flexopack Perú. Elaboración propia.

La voz del cliente a la satisfacción crítica

La última actividad del proyecto dentro de la fase Definir correspondió a la recopilación de las necesidades del cliente (es decir, la voz del cliente) en los factores críticos para la satisfacción específicas (CTS). Estos están relacionados con factores que son críticos para la entrega, la calidad o el costo y que puede afectar significativamente la salida del proceso.

Se basa en técnicas de investigación cualitativa y su objetivo no es definir un conjunto de prioridades de mejora, sino identificar un completo rango de atributos que potencialmente inciden en la satisfacción del cliente.

El resultado ha de ser obtención de una base bien fundamentada para desarrollar posteriormente una investigación cuantitativa mediante cuestionarios y encuestas.

El proceso de despliegue de la voz del cliente se lleva a cabo en varias fases:

1. Obtención de la opinión del cliente
2. Análisis de la voz del cliente
3. Identificación y organización de atributos

Obtención de la opinión del cliente.

En cuanto a las preguntas formuladas para estimular la discusión, pueden estar referidas a temas como:

- Razones de la satisfacción o insatisfacción generada por el producto
- Expectativas respecto al producto final
- Aspectos considerados como inadecuados
- Prestaciones adecuadas

3.6.1.5. Análisis de la voz del cliente

Este análisis es llevado a cabo mediante la tabla de la Voz del cliente (VOCT). El propósito es registrar el contexto de uso del producto para obtener necesidades elaboradas, es decir, necesidades expresadas en un lenguaje que permita trabajar a la organización sobre ellas.

Las necesidades elaboradas serán una excelente fuente para determinar los atributos de calidad que requieren los clientes y el diseño del cuestionario que ofrecerá información cuantitativa que será la entrada, de la tabla de planificación de la calidad.

Tabla 12

La voz del cliente

VOZ DEL CLIENTE	QUIEN	QUE	DONDE	CUANDO	PORQUÉ	COMO	NECESIDADES ELABORADAS
Es muy importante el trato amable del vendedor, la información, que debe ser buena y sin errores	Rosario Garib, Gerente de Ventas, CLIENTE : IMPEX	Trato amable, con buena apariencia y con información correcta	En una oficina, donde se pueda realizar la cotización	Durante el requerimiento del producto que brindamos			Recibir un trato amable, cordial y considerado. Recibir información de la venta, completa y sin errores
Los empaques solicitados no cumplen con las medidas específicas que presenta la orden de compra	María Sánchez, encargado de producción, CLIENTE : CANTOL	Se supervise cada cierto tiempo si las medidas son las correctas	En el último proceso de la planta, sellado	Durante el proceso de sellado	Los operarios no cuentan con las especificaciones de la orden de compra		Los operarios tienen que tener conocimiento de las medidas específicas de cada pedido que se realice
No están cumpliendo con entregar a tiempo los pedidos, se demoran mucho	Teresa Saavedra, Asistente de compras, CLIENTE : AGESA	Se realice cada proceso con anticipación	En la empresa Flexopack Perú	Durante todo el proceso, desde la orden de compra hasta la entrega del producto final	Los servicios tercerizados no están cumpliendo con la entrega	Siendo más rigurosos con los pedidos a los proveedores habituales	Gestionar los procesos de compra, para evitar demoras en procesos que la empresa no puede controlar

<p>La presentación del embalaje de los empaques, no es el adecuado</p>	<p>Ángela Curay, Asistente de Compras, <u>CLIENT</u> <u>E:</u> AGRICO LA TORONT EL</p>	<p>El embalaje de los fardos, lo realizan con plástico sucio y deteriorado</p>	<p>En el área de despacho</p>	<p>Ya está listo el producto final</p>	<p>No hay un embalaje específico de la empresa, utilizan cualquier saco</p>		<p>Realizar una buena presentación al momento de embalar los fardos, con etiqueta y con un plástico específico</p>
--	--	--	-------------------------------	--	---	--	--

3.6.1.6. Identificación de atributos de calidad

De acuerdo a las encuestas que se realizó, ayudo en identificar lo que el cliente espera de nosotros. Y gracias a esta información por los clientes: IMPEX, CANTOL, AGE Y AGRICOLA TORONTEL. La empresa está más cerca de corregir y prevenir futuros imprevistos.

Una vez construidas las tablas VOCT para los grupos focalizados aplicados se habrá obtenido una relación extensa de necesidades elaboradas que, al fin y al cabo, constituyen los atributos de calidad requeridos por los clientes respecto al servicio.

A continuación, se presentan algunos atributos obtenidos del análisis de las tablas de VOCT.

Necesidades elaboradas:

- Recibir información sobre cotizaciones de forma clara y correcta.
- Lenguaje comprensible en los documentos, tales como: las guías de remisión, facturas, notas de crédito, cotizaciones, liquidaciones, declaraciones.
- Los operarios tienen que tener conocimiento de las medidas específicas de cada pedido que se realice.
- Gestionar los procesos de compra, para evitar demoras en procesos que la empresa no puede controlar.
- Realizar una buena presentación al momento de embalar los fardos, con etiqueta y con un plástico específico.

3.6.2. Medir

3.6.2.1.Recolección de datos

A continuación, se presentará una base de datos que ayudará al análisis de los problemas presentados.

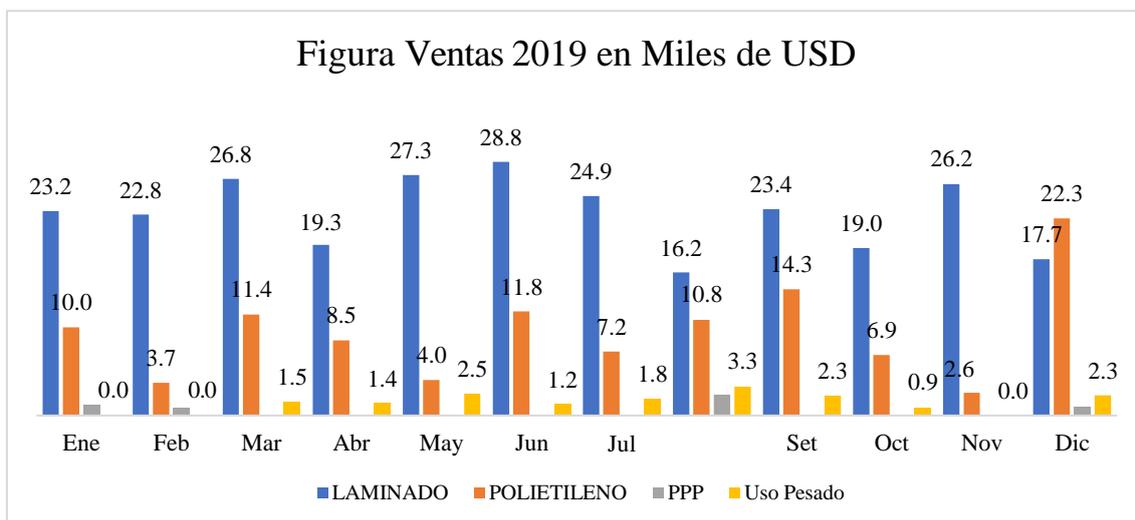


Figura 48: Gráfico de ventas 2019 en miles de dólares. Elaboración propia

Fuente: Área de Contabilidad Flexopack Perú

Como ya se había detallado en el capítulo 2 el producto laminado es aquel que genera mayores ingresos a la empresa. Es por ello, que se analizará las mermas generadas en este proceso.

Como se presentó en el Capítulo 2, se mostraron las cantidades de productos defectuosos que se encontraron en los últimos meses. A continuación, en la siguiente tabla se detallará los tanto como los clientes como la descripción del producto defectuoso.

Tabla 11:

Detalle de principales productos devueltos

CLIENTE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad.
IMPEX G&G SAC	Bls BOPP maíz morado 12" x 15" x 2.8	Millar	14
IMPEX G&G SAC	Bobina maíz cancha pana tostan 15 oz	Kilos	67
IMPEX G&G SAC	Bobina de trigo pelado 15 oz	Kilos	17
IMPEX G&G SAC	Bobina de mote pelado 15 oz	Kilos	3
IMPEX G&G SAC	Bobina de trigo resbalado	Kilos	25
Lácteos Verano	Bls BOPP/ PEBD 4 x 5 x 2 Queso fundido Vache	Millar	100
Lácteos Verano	Bolsa 32 cm x 45 cm x 0.85 Queso fresco	Millar	15

Como se puede observar, el más alto peso de producto devuelto es de 100 millares (el pedido fue de 175 millares), ocasionando una gran molestia al cliente final, y hasta la pérdida del mismo.

Por otro lado, observando los sistemas productivos de la empresa, analizando cada máquina. Se pudo recolectar las siguientes muestras:

Tabla 13:

Muestreo de la capacidad de las máquinas.

N°	selladora 1 (seg/100 bolsas)	selladora 2 (seg/100 bolsas)	Impresi ón (kg/mi n)	Lamina do (kg/mi n)	Cort e (kg/mi n)	Refila do (kg/mi n)
1	116.8	113.7	1. 71	1. 88	1. 27	4. 14
2	106.8	142.5	1. 79	1. 92	1. 32	4. 04
3	114.1	112.6	1. 82	1. 85	1. 37	4. 22
4	108.6	118.8	1. 22	1. 82	1. 36	3. 98
5	113.9	118.1	1. 7	1. 86	1. 42	4. 17
6	105.6	129.4	1. 73	1. 85	1. 44	4. 24
7	103.1	118.1	1. 28	1. 89	1. 29	4. 26
8	103.7	115	1. 33	1. 96	1. 3	4. 18
9	101.1	120.6	1. 38	1. 77	1. 31	4. 14
10	103.3	117.2	1. 47	1. 98	1. 53	4. 07
11	103.9	124.2	1. 78	1. 8	1. 51	4. 11
12	104.1	134	1. 8	1. 8	1. 44	4. 1
13	100.5	114.4	1. 5	1. 81	1. 22	4. 01
14	102.7	122.6	1. 53	1. 85	1. 28	4. 22
15	104.5	118.4	1. 62	1. 91	1. 23	4. 56
16	102.3	121.8	1. 92	1. 94	1. 38	4. 44
17	101.8	117.7	1. 97	1. 82	1. 37	4. 23
18	102.4	114.3	2. 1	1. 86	1. 41	4. 19
19	104.2	113.4	2. 2	1. 79	1. 44	4. 13
20	100.5	115.8	1. 83	1. 8	1. 36	4. 08

Con las muestras observadas se podrá calcular el nivel de sigma que presenta cada máquina, así como también el nivel de potencial de desempeño y cuánto puede mejorar el proceso eliminando las causas de los problemas.

3.6.2.2. Análisis de capacidad de procesos.

✚ Máquina de Sellado.

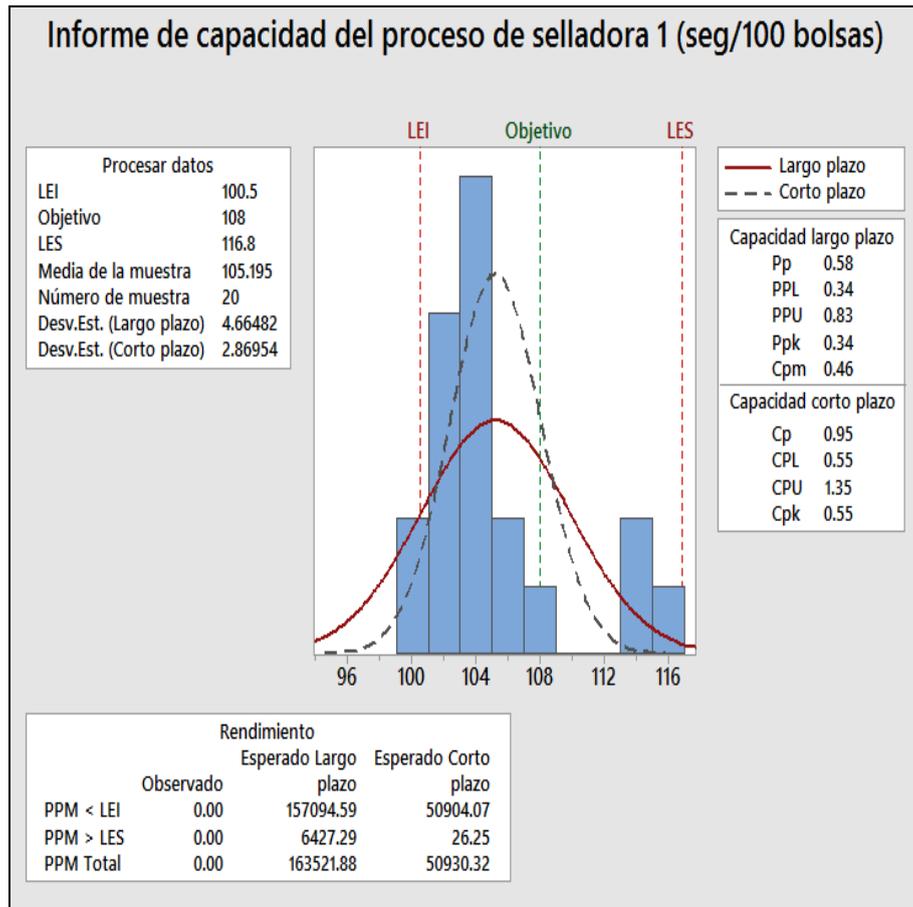


Figura 48. Informe de capacidad del proceso de Selladora1.Elaboración propia

Como podemos observar en el Figura presentado los valores obtenidos dentro del proceso de sellado exceden los límites permitidos, asimismo se analizó el PP de la máquina obteniendo un valor de 0.58 de capacidad real.

✚ Máquina de Sellado.

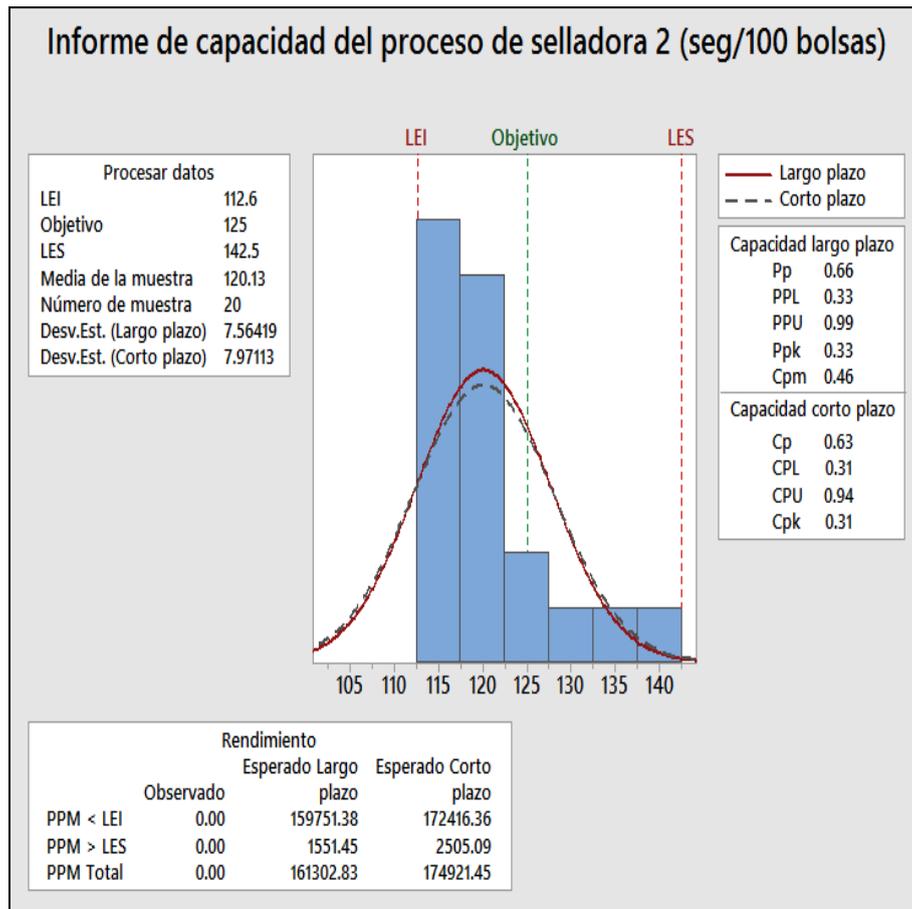


Figura 49. Informe de capacidad del proceso de Selladora2. Elaboración propia

Para la selladora 2 se obtuvo que el valor de PP fue de 0.66, de su capacidad real, de igual forma que la selladora 1, esta supera los límites permitidos de producción

✚ Máquina de Impresión.

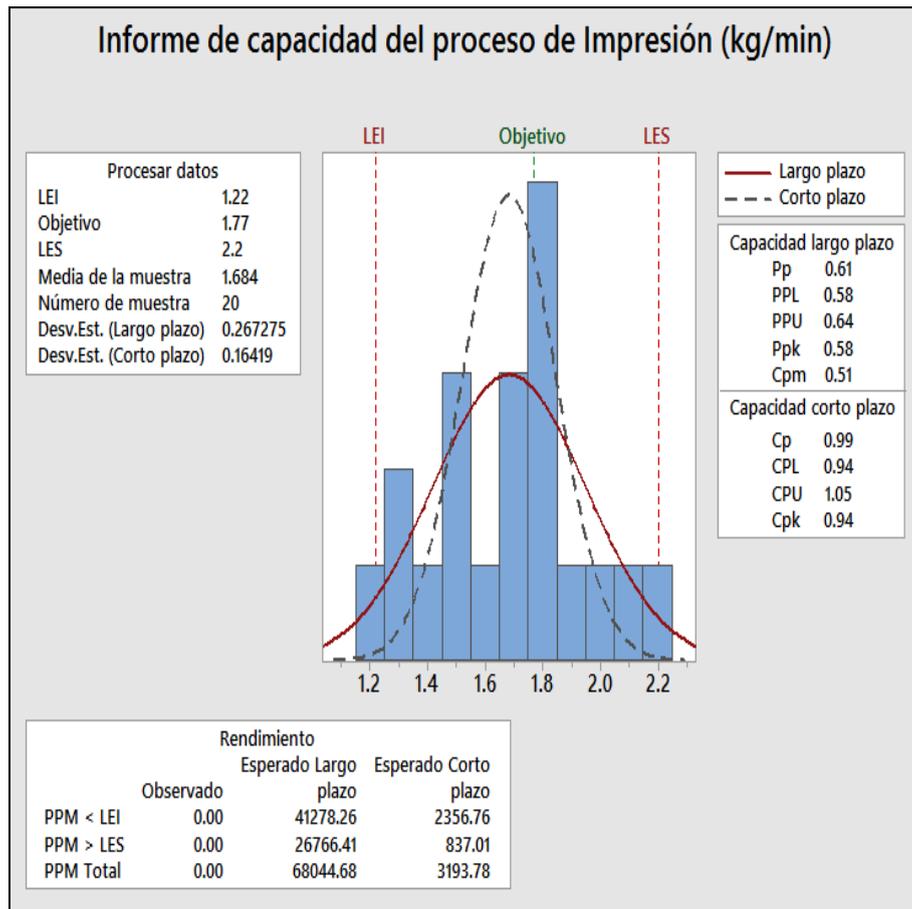


Figura 50. Informe de capacidad del proceso de Impresión. Elaboración propia

La capacidad real observada para la máquina de impresión fue de 0.61 PP, en el Figura claramente se observa que los valores obtenidos en la recopilación de información supera los límites correctos.

✚ Máquina de Laminado.

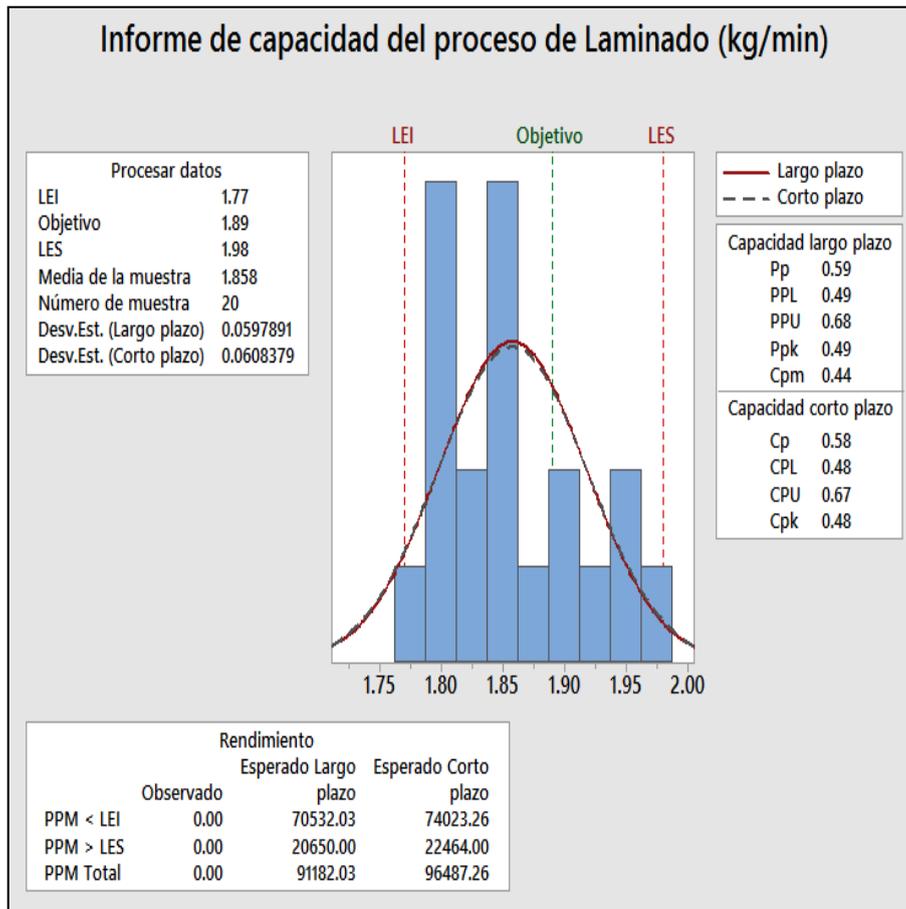


Figura 51. Informe de capacidad del proceso de Laminado.

Fuente: Elaboración propia

Como ya se mencionó en el capítulo 2, el producto que más genera utilidad a la empresa son los laminados, en este *Figura* la capacidad real obtenida fue de 0.59 PP.

✚ Máquina de corte.

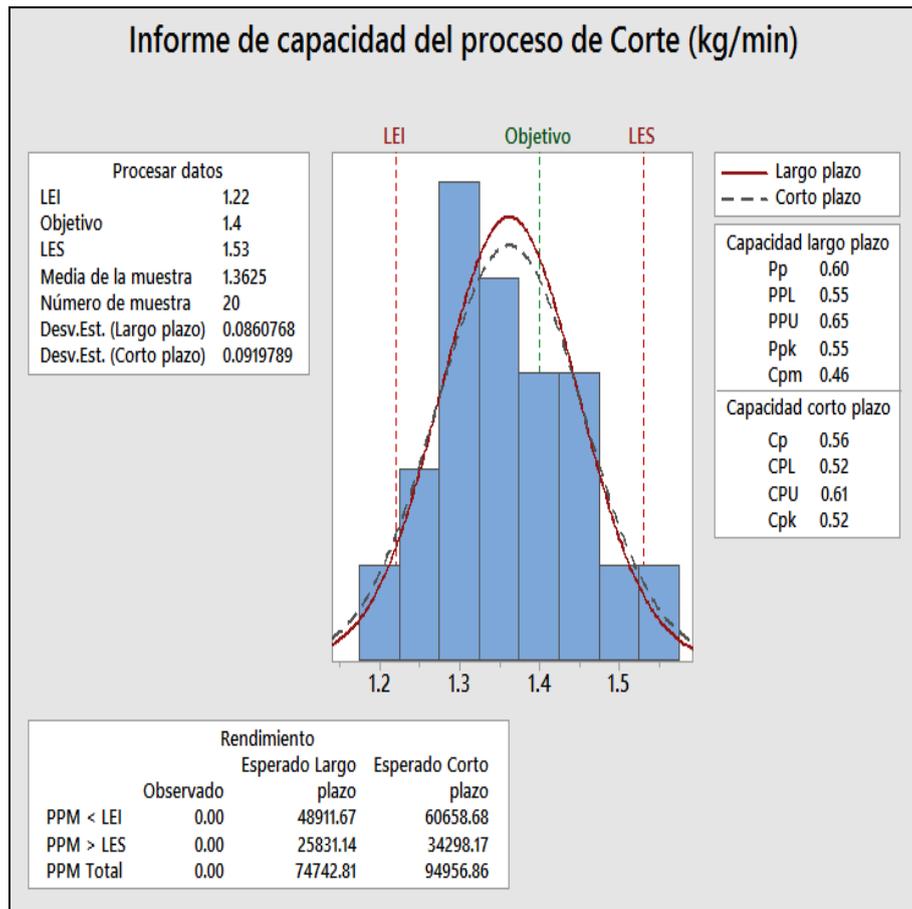


Figura 52. Informe de capacidad del proceso de Selladora1. Elaboración propia.

Para estos datos del proceso, $Ppk = 0.55$. Puesto que el Ppk es menor que 1.33, la capacidad general del proceso no cumple con los requisitos del cliente. El proceso no está centrado, por lo que $Ppk \approx Pp$ (0.6). Sin embargo, $Ppk > Cpk$ (0.52), lo que indica que pudiera haber otras fuentes de variación sistémica en el proceso, además de la variación entre subgrupos y dentro de los subgrupos.

✚ Máquina de Refilado

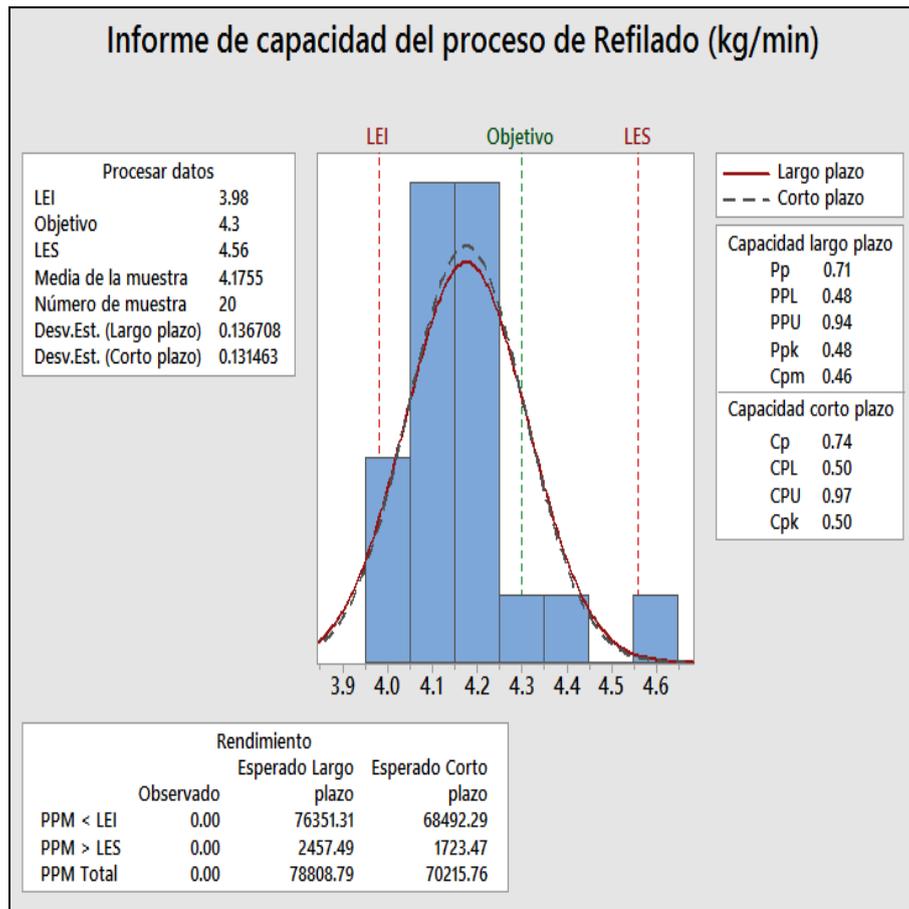


Figura 53. Informe de capacidad del proceso de Refilado. Elaboración propia.

En este histograma, aunque la mayoría de los datos se encuentran dentro de los límites de especificación, el pico de la curva de distribución no está centrado en el objetivo. La mayoría de los datos están por debajo del valor objetivo y están cerca del límite de especificación inferior. Ahora vayamos a analizar el valor de Cpk, por lo general, valores más altos de este indican un proceso más capaz, valores de Cpk más bajos indican que el proceso podría necesitar mejoras. Para estos datos del proceso, el Cpk es 0.5 Puesto que el Cpk es menor que 1.33, la capacidad de subgrupos/corto plazo del proceso no cumple con los requisitos del cliente. El proceso no está centrado, por lo que el Cpk no es igual al Cp (0.74).

3.6.2.3. CAPACIDAD SIXPACK

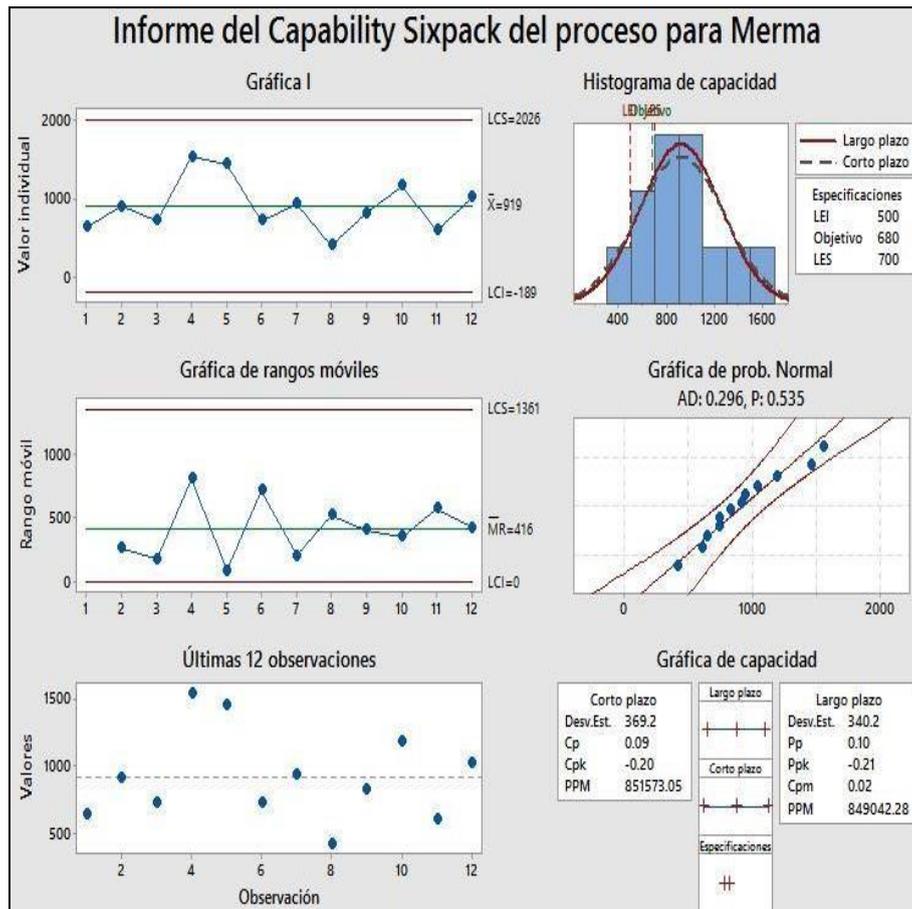


Figura 54. Informe de capacidad Sixpack del proceso merma
 Fuente: elaboración propia

Por otro lado, los índices de Pp, en este caso la máquina de sellado 1, sellado 2, impresora, laminado, corte y refile presenta un 0.58, 0.66, 0.61, 0.59, 0.6 y un 0.71 respectivamente de capacidad real de su proceso, o cómo su proceso está funcionando realmente en relación con los límites de especificación.

De acuerdo a esta gráfica, el Cp de selladora 1, 2, impresora, laminadora, corte y refile es 0.95, 0.63, 0.99, 0.58, 0.56, 0.74, respectivamente. Y representa el nivel potencial de desempeño que podría obtener su proceso si fuesen eliminadas todas las causas especiales.

También el PPM indica el número de bolsas no conformes en su proceso, expresado por millón de oportunidades. Lo que quiere decir, que la cifra mostrada como PPM total

muestra el rendimiento a largo plazo, y lo que puede mejorar a corto plazo. Por ejemplo, en la máquina selladora 1 el rendimiento es de 163521.88 defectos por millón de oportunidades a largo plazo, lo que indica que se puede mejorar de acuerdo a los límites especificados en 50930.32 defectos por millón de oportunidades a corto plazo.

De acuerdo a la última gráfica sobre el informe de capacidad del proceso de merma. Al 95% de confianza se puede decir que la muestra sigue una distribución normal y que el P es mayor a 0.05. Sin embargo, en este caso la dispersión de lo específico es menor que la de largo y corto plazo, lo que quiere decir que se necesita hacer una mejora.

3.6.3. ANALIZAR

Para el punto de analizar es necesario validar las causas que originan el problema encontrado.

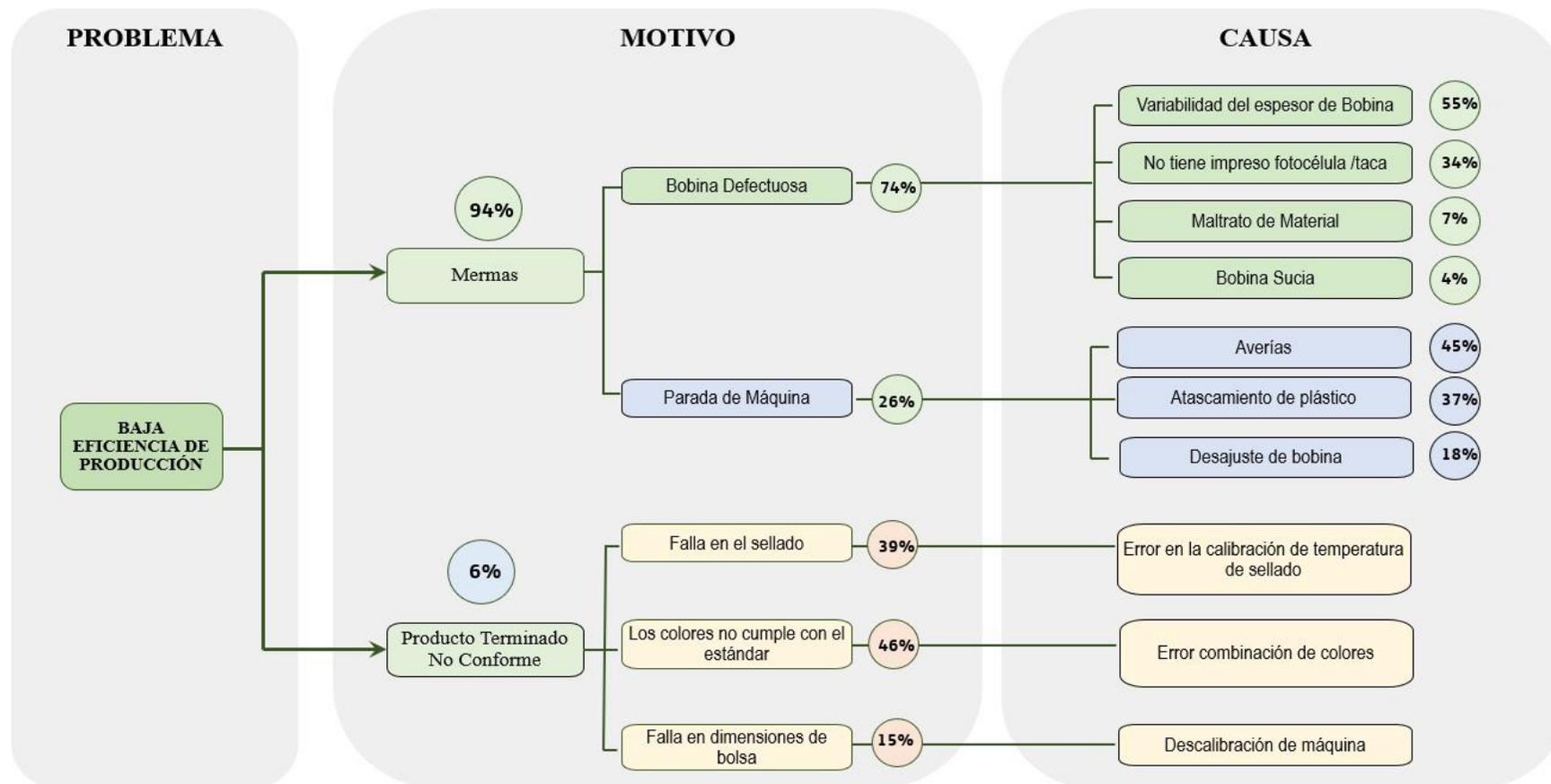


Figura 55. Análisis de causa raíz. Elaboración propia

Como ya se había expuesto en el capítulo 2 la distribución de problemas identificados se encuentra principalmente afectador por el factor material.

3.6.3.1. Distribución de problemas analizados

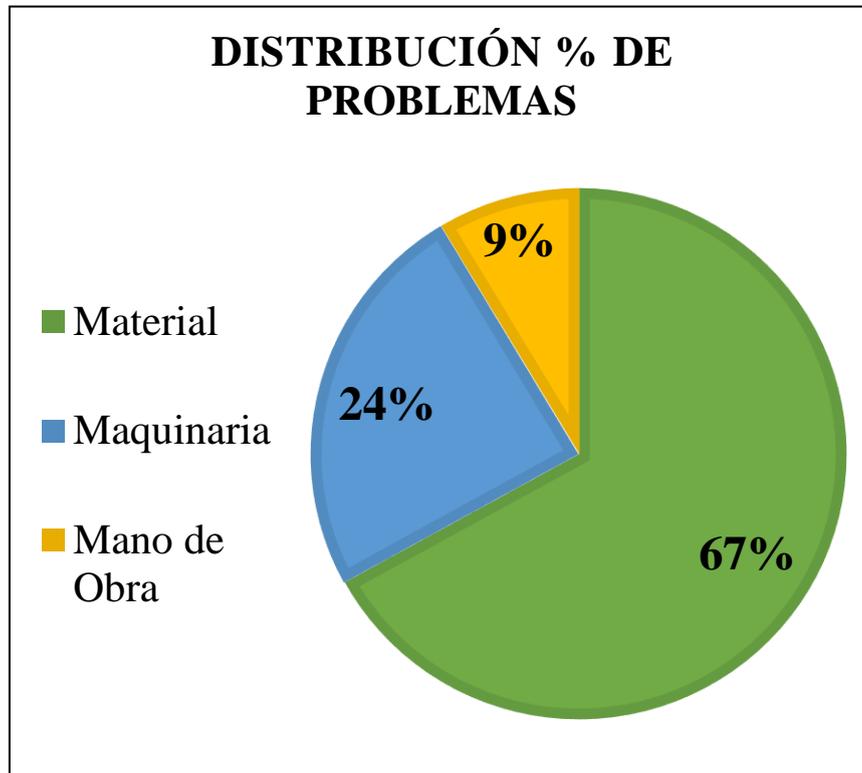


Figura 56. Distribución en porcentajes de los problemas.
Elaboración propia

En relación al Figura 56 en el que se detalla la distribución por cada tipo se analizará a detalle los motivos principales que originan baja eficiencia en la producción.

- **Factor material**

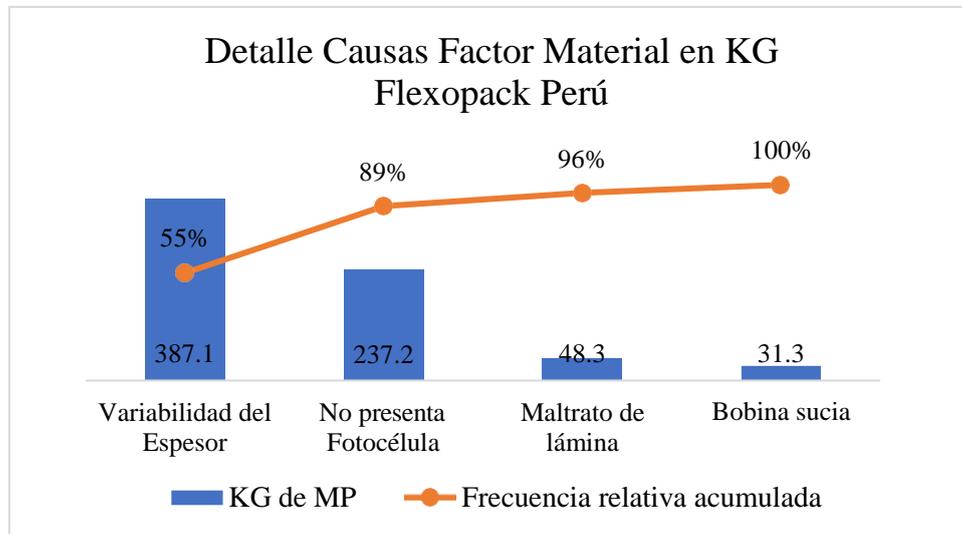


Figura 57. Causas factor material. Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 57, el problema principal se centra en la variabilidad del espesor, se debe tener en cuenta que la empresa terceriza el proceso de extrusión, es decir; posterior a la solicitud del cliente, se coordina con los proveedores de servicio de extrusión; sin embargo, cuando las bobinas son ingresadas al almacén de Flexopack no se realiza validaciones de calidad, sólo se revisa si el peso y cantidad están conformes a la solicitud.

Bajo esta premisa, se analizó la variabilidad de espesor del último año en con los diferentes proveedores con la finalidad de demostrar si se excede el rango permitido de 5%.

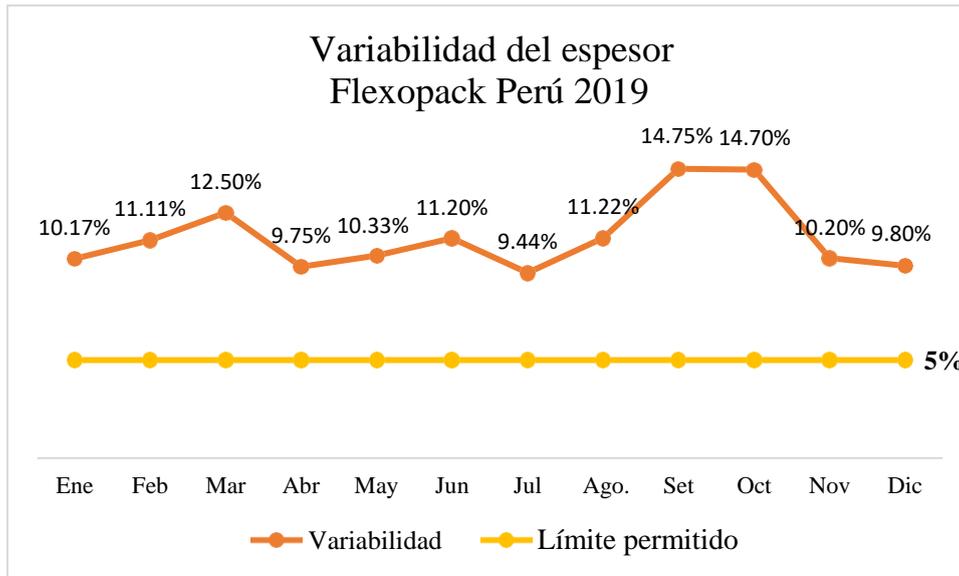


Figura 58. Variabilidad del espesor de las bobinas – 2019. Elaboración propia.

En la figura 58, se pudo comprobar que todas las bobinas extruidas exceden el límite permitido de 5%, se debe tener en cuenta que el espesor fabricado para este tipo de industria considera hasta dos decimales en su producción.

- **Factor máquina**

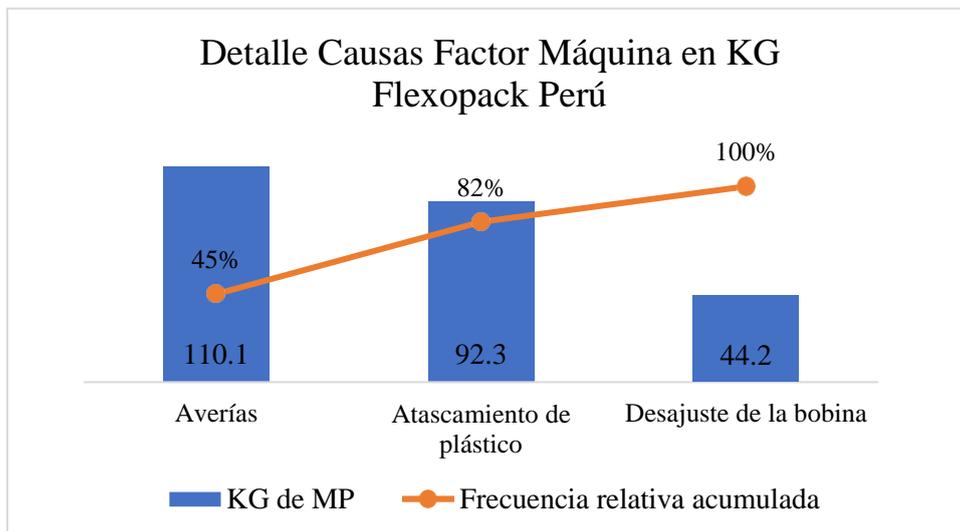
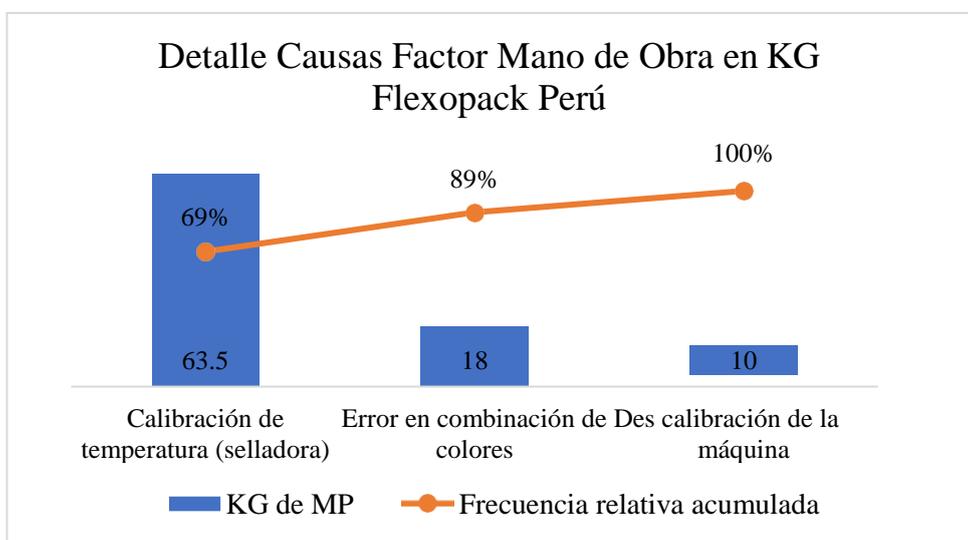


Figura 59. Causas factor máquina. Elaboración propia.

Como se explicó en el gráfico de problemas el 26% de las causas que originan la baja eficiencia en la producción, está relacionado con las paradas de máquina, es por este

sentido que se analizó los motivos principales que ocasionaron estas paradas, y el motivo principal encontrado son las averías en las máquinas, en conversación con los operadores manifestaron que al ocurrir averías se recurre a un especialista el cual puede demorar días en darle atención al problema. Asimismo, cada operador realiza su función bajo su experiencia en la industria plástica, pero estos no han sido formados con capacitaciones para reconocer errores o motivos de falla.

- **Factor Mano de Obra**



*Figura 60.*Causas factor mano de obra. Elaboración propia.

El factor mano de obra ha demostrado que sólo representa el 6% de la baja eficiencia en la producción, esto se encuentra relacionado a que no se realizan controles durante el proceso de fabricación, únicamente las bobinas son trasladadas entre estaciones de trabajo, y las fallas sólo se observan al finalizar alguna operación.

3.6.4. MEJORAR

En esta etapa de la metodología detallaremos las soluciones propuestas para mejorar la producción de la empresa analizada.

La capacitación del personal es necesaria, para fomentar el compromiso con la empresa a través del trabajo que realizan. Es de gran importancia esta medida pues le brindará al operario herramientas para laborar de manera más eficiente, buscar disminuir índices de desperfectos y errores por falta de experiencia y conocimientos hacia las maquinarias. Así como, recolectar nuevos datos estadísticos para medir si existe progreso en los operadores.

Se observó principalmente una falta de compromiso por parte de los operarios. En primer lugar, para atacar este problema vamos a proponer a la empresa llevar a cabo capacitaciones y charlas donde se explique la importancia de llevar a cabo un trabajo eficiente. Queremos crear en los trabajadores una actitud de entrega hacia la empresa, por eso, premiaremos a los operarios que demuestren un mayor esfuerzo y la más alta eficacia en producción. Por último, crearemos un calendario donde se organice los turnos de cada trabajador para que así aquellos que trabajen en turnos de amanecida tengan la mañana libre y logren un mejor aprovechamiento de la madrugada.

El encargado de realizar esta tarea es el Sr. Jesús Quispe, jefe de planta, y tiene un plazo máximo de 2 meses para realizarla.

Cronograma

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Sugerencias (8 – 9 am) Todos los operarios				Curso de capacitación. (4 – 6 pm) Encargados de áreas.

3.6.4.1. Capacitación de mejora continua

Se estima que cada capacitación debe durar al menos 4 horas y por el cambio que se requiere realizar deben ser al menos 10 sesiones.

Objetivos:

1. Aplicar en el día a día conceptos elementales de mejora continua
2. Comprender los flujos ininterrumpidos de material dentro de su zona de trabajo
3. Entender los beneficios del orden y limpieza de las zonas de trabajo
4. Detectar las desviaciones sobre la situación óptima del área de trabajo
5. Minimizar la variabilidad para aumentar la calidad del trabajo
6. Describir con datos el orden de magnitud de los problemas y resultados de calidad

Programa Lean para Operarios:

1. Punto de partida: proceso con muchos desperdicios (provocados por trabajo por lotes, desplazamientos, errores de material, etc.), que sirve para una primera lección de participación de los operarios.
2. Idea: los operarios descubren como minimizar estos desperdicios y reducir el lead time.
3. Se mide el tiempo de realización de un pedido, por lo que se introduce el concepto de la importancia de medir y tener datos.
 - Cada participante tendrá deberes: el operario tiene que identificar al menos dos desperdicios en su entorno de trabajo.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO PARA OPERARIOS:

1. Mantenimiento autónomo
 - Las averías y fallos del equipo
 - Los 7 pasos para desarrollar el mantenimiento autónomo
 - Organizar y planificar las actividades
 - Plan de acción

Posterior al desarrollo de la capacitación al personal se establecen las siguientes oportunidades.

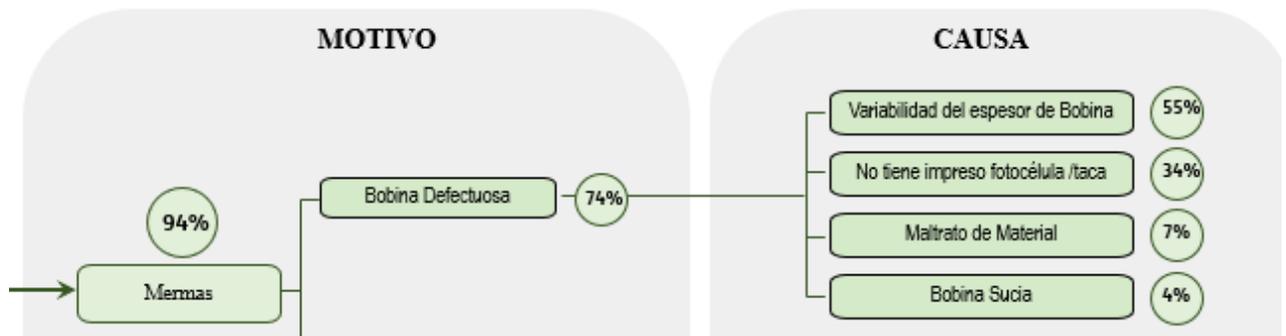


Figura 61: Motivo de Bobina Defectuosa. Elaboración Propia

3.6.4.2. Implementación de máquina (medidor de espesor)

Como podemos observar el problema principal relacionado con la baja eficiencia en la producción son las bobinas defectuosas que representan el 74% de las mermas.

La principal causa encontrada es la variabilidad del espesor, es por esta razón que se propone la adquisición de una herramienta **CHY-CB** que permitirá validar que las bobinas extruidas entregadas por el proveedor cumplan con el rango permitido del espesor de $\pm 5\%$.



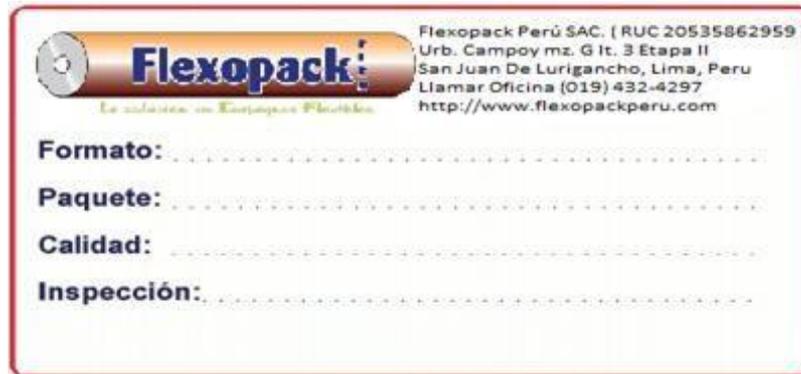
Figura 64. CHY – CB Medidor de espesor. Labthink

El CHY-CB está diseñado para medir con precisión el espesor de películas plásticas, laminados, papel y otros materiales en el ámbito de los 12 mm. Los resultados de la prueba abarcan el valor máximo, mínimo y promedio. Además, cuenta con las normas ISO 4593, ISO 534, ISO 3034, ASTM D374, ASTM D1777, TAPPI T411, JIS K6250, JIS K6783, JIS Z1702, BS 3983, BS 4817, GB/T 6672, GB/T 451.3, GB/T 6547. Y presenta las siguientes características:

- Visualización en tiempo real de valor máximo, mínimo y promedio
- Prénsatelas de elevación automática
- Bloque estándar para calibración del sistema
- Valor de la desviación estándar para el análisis de datos
- Sistema de control informático incrustado
- Sistema inteligente de uso compartido de datos

Otros de las causas encontradas fueron bobinas sucias y bobinas defectuosas, es por ello que se propone implementar un procedimiento para la recepción de materiales, que

permita definir los pasos a seguir desde que el transportista hace la entrega de las bobinas hasta la inspección de estas. Asimismo, se propone implementar etiquetas que permitan distinguir y cuantificar las bobinas rechazadas con el fin de evitar mermas durante el proceso de producción.



Flexopack Perú SAC. (RUC 20535862959)
Urb. Campoy mz. G It. 3 Etapa II
San Juan De Lurigancho, Lima, Peru
Llamar Oficina (019) 432-4297
<http://www.flexopackperu.com>

Formato:

Paquete:

Calidad:

Inspección:

Figura 65: Formato de etiqueta. Elaboración Propia

- ✓ **Formato** : Tipo y dimensiones de las características del material (Ancho x largo x espesor)
- ✓ **Paquete** : Número de la guía interna / Iniciales del proveedor / cantidad de kilogramos que tenga la bobina.
- ✓ **Calidad** : Tipo de calidad dada por el proveedor
- ✓ **Inspección** : Se indica el estado del material como “CONFORME” o “RECHAZADO”.

Nota: para que el material sea aceptado se debe tener en consideración las medidas que la empresa exige y que para el espesor la tolerancia no debe exceder de un 5%.

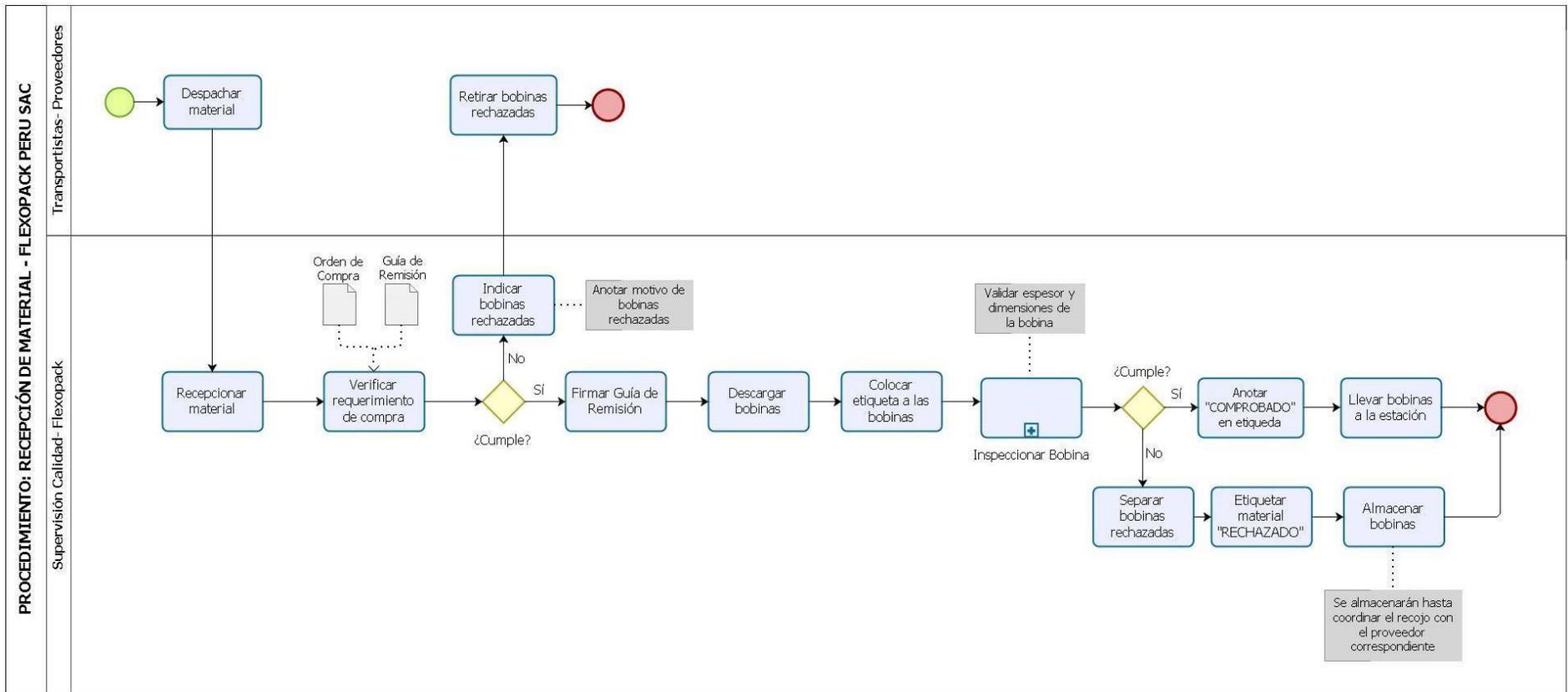


Figura 66: Procedimiento: Recepción de Material. Elaboración propia.

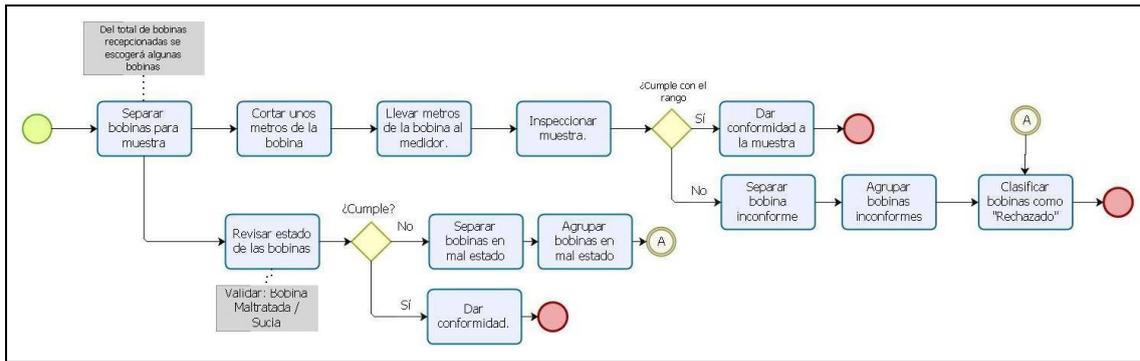


Figura 67: Sub- procedimiento: Inspeccionar Bobina. Elaboración propia.

Vayamos con el siguiente problema planteado, que es las paradas de máquina. Para realizar un breve recordatorio el problema se describe de la siguiente manera:

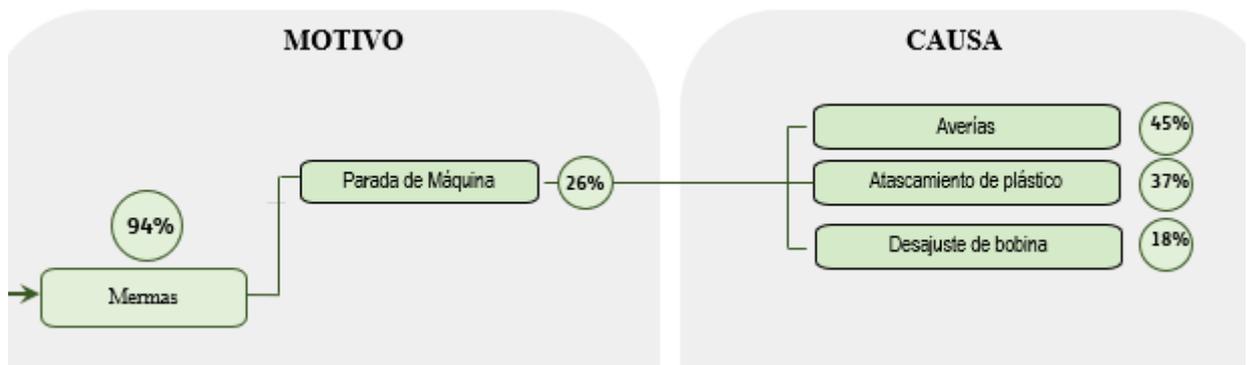


Figura 68: Motivos Parada de máquina. Elaboración propia.

Importante tener en cuenta desarrollar lo que involucra la limpieza y lubricación de las máquinas. A continuación, se mostrará el plan de acción para realizar la corrección de las paradas de máquina.

Como referencia tenemos los 7 pasos del mantenimiento autónomo para tener como base lo que queremos proponer en este trabajo

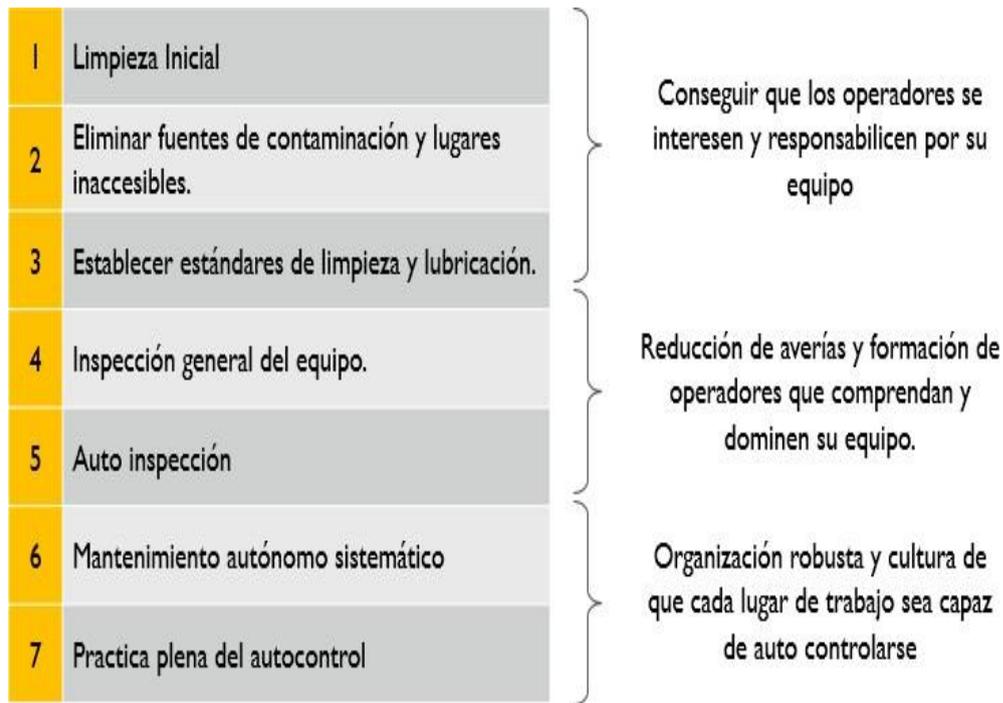


Figura 62. Detalle Mantenimiento autónomo. Elaboración propia.

3.6.4.3. Proceso de Limpieza Autónoma:

1) Objetivo:

Mantener todas las máquinas saneadas y lubricadas para evitar la contaminación en el producto a elaborar.

2) En la ejecución de este procedimiento, se debe tomar los siguientes cuidados:

- Utilizar guantes, lentes y mascarilla para manipular los químicos de limpieza
- No mojar los componentes eléctricos.
- Una vez finalizados los trabajos retirar de las máquinas herramientas y utensilios.
- Lavar y desinfectar las herramientas de limpieza previamente y al finalizar su uso.
- Uso obligatorio de mascarillas descartables durante toda la jornada laboral.
- Mantener tu distancia social.
- Lavarse las manos después de realizar las actividades.

3) Responsables:

- Operador: Es responsable de la ejecución de este procedimiento y de la documentación en el formato respectivo
- Supervisor de producción: Es responsable de garantizar que el personal conozca y cumpla con este procedimiento.
- Jefe de producción: Es el responsable de validar el cumplimiento del procedimiento descrito, realizando inspecciones visuales en cada limpieza que se realiza en la línea y la documentación en el formato.

4) Descripción del proceso específico:

Frecuencia	Diario: Cada inicio de producción
Equipo utilizado	Cepillo (<i>el tipo de cepillo va a depender de la sección que se desea limpiar</i>) Trapo industrial (<i>uso exclusivo para las piezas de acrílico, si aplica</i>) Baldes Paños
Químico a utilizar	Limpiador: Topax 58 al 4% (40 ml/L agua) Desinfectante: Vortexx ES al 0.05% (0.5 ml/L agua) Desinfectante: Vortexx ES al 0.08% (0.8 ml/L agua)
Paso N°.	Descripción
DIARIO	
1	Limpiar y organizar el área de trabajo, retirar y desechar todos los residuos generados durante la producción (bobinas, mermas, aditivos, etc.) dentro de la máquina, debajo de la máquina y sus alrededores.
2	Limpiar la mesa, verificar que no haya ningún residuo de la producción anterior.
3	Limpiar piezas de acrílico de protección con un trapo industrial humedecido realizando fricción en forma circular para eliminar la suciedad y/o polvo.
4	Verificar que toda la zona de trabajo este limpia para

	poder iniciar con la producción.
5	Dar su conformidad en el checklist.
SEMANAL	
1	Limpiar y organizar el área de trabajo, retirar y desechar todos los residuos generados durante la producción, dentro de la máquina, debajo de la máquina y sus alrededores.
2	Preparar una solución de detergente ácido en forma de espuma en equipo espumador. Por cada litro de agua agregar 40 ml de Topax 58 (4%)
3	Aplicar espuma en superficies del equipo: (orings, ranuras, rodamientos, ejes centrales, etc.) Dejar reposar durante 10 a 15 minutos.
4	Realizar acción mecánica con cepillo en todas las partes mencionadas del equipo.
5	Limpiar piezas de acrílico de protección aplicando solución con Topax 58 (4%) realizando fricción en forma circular con un trapo industrial para eliminar suciedad y/o polvo.
6	Enjuagar con agua a presión hasta eliminar la suciedad desprendida y los restos de químicos en las piezas de acrílico.
7	Al finalizar la inspección, verificar que no haya piezas en el suelo.
8	Verificar y documente la concentración. Deje que se seque por completo

5) Observaciones:

- Los cepillos que utilizar deben ser de un color específico al igual que los baldes para estandarizar el proceso.
- Aplique la espuma generada del Topax 58 sobre la superficie a limpiar a una temperatura entre 15-30 °C.

Parte del proceso es importante recalcar el uso de los equipos de protección personal para poder realizar el trabajo.

Tabla 14

Detalle equipos de protección al personal.

<p>Guantes de uso general</p>	
<p>Guantes para temperatura</p>	
<p>Guantes para químicos</p>	
<p>Lentes de seguridad, protector auditivo, casco</p>	
<p>Mascarillas, careta, traje impermeable</p>	

3.6.4.4. Proceso de Lubricación Autónoma:

Para la ejecución del proceso de lubricación, se detalla los siguientes puntos a considerar:

IMAGEN	PLANTA	FLEXOPACK	ESTÁNDAR AUTÓNOMO DE LUBRICACIÓN LINEA DE LAMINADO									
	ÁREA	LAMINADO	INSPECCIÓN	SERVICIO	LUBRICANTE	METODO / HERRAMIENTA	SEGURIDAD	ACCIÓN EN CASO ANORMAL	TIEMPO	CONDICIÓN	FREC (HRS)	CONSUMO MENSUAL DE LUBRICANTE
	PTO DE INSP	SUBCONJUNTO										
	1	IMPRESORA	Rodamientos. Ejes centrales	Lubricación	30-09 Grasa, KIC Krones, Krones Celerol L 7003 / 30-11, Interflon food grease 1 , lubricar moderadamente			LUBRICAR CON PINCEL	10	Parada	Semanal	Estimado Total de Celerol L 7003
	2	IMPRESORA	Eje central portacliches	Lubricación	30-09 Grasa, KIC Krones, Krones Celerol L 7003 / 30-11, Interflon food grease 1 , lubricar moderadamente			Lubricar con pincel	20	Parada	Cada Cambio de Formato	Estimado Total de Celerol L 7003
	3	LAMINADORA	Rodamientos. Ejes centrales	Lubricación	40-07 Spray - Interflon fin food lube, lubricar moderadamente			Limpiar con un paño humedecido	20	Parada	Cada Cambio de Formato	Estimado Total Spray - Interflon fin food lube

IMAGEN	PLANTA ÁREA	FLEXOPACK LAMINADO	ESTÁNDAR AUTÓNOMO DE LUBRICACIÓN LÍNEA DE LAMINADO									
	PTO DE INSPE	SUBCONJUNTO	INSPECCIÓN	SERVICIO	LUBRICANTE	METODO / HERRAMIENTA	SEGURIDAD	ACCIÓN EN CASO ANORMAL	TIEMPO	CONDICIÓN	FREC (HRS)	CONSUMO MENSUAL DE LUBRICANTE
	4	SELLADOR A	Ejes X centrales	Lubricación	30-09 Grasa, KIC Kronen, Celerol L 7003 / 30-11, Interflon food grease 1, cant: Nivel maximo	 	  	Añadir grasa	5	Parada	Trimestral	Estimado Total de Celerol L 7003
	5	SELLADOR A	Eje central de la guillotina	Lubricación	30-09 Grasa, Celerol L 7003 / 30- 11, Interflon food grease 1, cant: 1.5 cm3 aprox.		  	Lubricar con pistola de engrase	5	Parada	Trimestral	Estimado Total de Celerol L 7003
	6	REFILADO	Rodamientos , ejes, cuchillas	Lubricación	30-09 Grasa, Celerol L 7003 / 30- 11, Interflon food grease 1, cant: 0.2 cm3 aprox.		  	Lubricar con pistola de engrase	5	Parada	Semanal	Estimado Total de Celerol L 7003

Figura 63. Proceso lubricación autónoma. Elaboración propia.

3.6.5. Controlar

En esta última fase de la metodología se requiere realizar controles que nos permitan contar con indicadores que demuestren si la propuesta realizada tuvo impacto positivo en la producción.

Es por esta razón que se propone una matriz de indicadores el cual con ayuda de semáforos permitirá a la empresa reconocer el estado en el que se encuentra.

Para lo cual se requiere que los operarios completen información en las ordenes de trabajo, indicando de forma cuantitativa y cualitativa los motivos de mermas y productos defectuosos.

Posterior a completar las ordenes la información deberá ser recopilada y almacenada en una laptop, la cual con ayuda de un panel de indicador nos mostrará el valor de KPI generado según cada casuística.

La figura 66, representa la propuesta de tabla de control de producción, el cual deberá ser completado de forma semanal al terminar la jornada y turno laboral todos los viernes, dicha información será visualizada semanal y mensual. El encargado de ventas con ayuda de esta información podrá determinar la correcta evolución de la producción.

Flexopack
La solución en Envases Flexibles

ORDEN DE IMPRESIÓN

N.P.*
FECHA
TURNO

PRODUCIDO POR : _____ TACA : SI NO
PRODUCTO : _____ MUESTRA : SI NO
TITULO DE IMPRESIÓN : _____ COLORES : _____
MATERIA ENTREGADO : _____

BOBINAS INGRESADAS (KG)					
N°	PESO	N°	PESO	N°	PESO
1		11		21	
2		12		22	
3		13		23	
4		14		24	
5		15		25	
6		16		26	
7		17		27	
8		18		28	
9		19		29	
10		20		30	

BOBINAS IMPRESAS (KG)					
N°	PESO	N°	PESO	N°	PESO
1		11		21	
2		12		22	
3		13		23	
4		14		24	
5		15		25	
6		16		26	
7		17		27	
8		18		28	
9		19		29	
10		20		30	

Figura 64: Orden de impresión proceso de Impresión. Propuesta propia.

Flexopack La solución en Envolpes Flexibles

ORDEN DE LAMINADO

N.P.º _____
 FECHA _____
 TURNO _____

PRODUCIDO POR : _____
 PRODUCTO : _____
 MATERIAL : TAPA _____
 ENTREGADO : _____
 CONTRATAPA: _____

BOBINAS INGRESADAS (KG)					
TAPA			CONTRATAPA		
Nº	PESO	Nº	PESO	Nº	PESO
1		11		21	
2		12		22	
3		13		23	
4		14		24	
5		15		25	
6		16		26	
7		17		27	
8		18		28	
9		19		29	
10		20		30	
TOTAL (KG)			TOTAL (KG)		

BOBINAS LAMINADAS (KG)					
Nº	PESO	Nº	PESO	Nº	PESO
1		11		21	
2		12		22	
3		13		23	
4		14		24	
5		15		25	
6		16		26	
7		17		27	
8		18		28	
9		19		29	
10		20		30	
TOTAL (KG)			TOTAL (KG)		

MATERIAL DEVUELTO : _____

Figura 65: Orden de laminado proceso de Laminación. Propuesta propia.

A cada operario se le hará entrega de estas órdenes las cuales serán completadas según cada tipo de trabajo; es decir, se completará según el tipo de producto que se esté fabricando, se debe cuantificar las bobinas que están ingresando a la estación de trabajo, así como el total de bobinas al finalizar el proceso de producción.

Con esta información se obtendrá la cantidad de KG que se pierden por máquina, y por trabajador, asimismo, se requiere que se complete la información cualitativa es decir indicar los motivos de merma generados.

PANEL DE CONTROL DE PRODUCCION POR PROCESO - Semanal



Encargado de Información Jefe de Producción.

Responsable de KPI Gerente de Compras y Ventas.

PROCESO 1: CORTE (KG)	S 1	S 2	S 3	S 4	MES	KPI
Bobina Sucia						
Bobina Maltratada						
Tiempo de preparación						
TOTAL, MERMA						
PRODUCCION CONFORME						

PROCESO 2: IMPRESIÓN (KG)	S 1	S 2	S 3	S 4	MES	KPI
Espesor de bobina						
Tiempo de preparación						
Atascamiento de Plástico						
Falta de Experiencia						
Avería de máquina						
TOTAL, MERMA						
PRODUCCION CONFORME						

PROCESO 3: LAMINADO (KG)	S 1	S 2	S 3	S 4	MES	KPI
Espesor de bobina						
Avería de máquina						
Atascamiento de Plástico						
Falta de Experiencia						
Tiempo de preparación						
TOTAL, MERMA						
PRODUCCION CONFORME						

PROCESO 4: REFILADO (KG)	S 1	S 2	S 3	S4	MES	KPI
Tiempo de preparación						
No presenta Fotocélula						
Espesor de bobina						
Falta de Experiencia						
TOTAL, MERMA						
PRODUCCION CONFORME						

PROCESO 5: SELLADO (KG)	S 1	S 2	S 3	S4	MES	KPI
No presenta Fotocélula						
Bobina Maltratada						
Tiempo de preparación						
Falta de Experiencia						
Atascamiento de Plástico						
Avería de máquina						
Espesor de bobina						
TOTAL, MERMA						
PRODUCCION CONFORME						

Figura 66: Panel de producción Semanal propuesto. Elaboración propia.

TABLA DE CONTROL DE PRODUCCION POR PROCESO - Mensual



Encargado de Información

Jefe de Producción.

Responsable de KPI

Gerente de Compras y Ventas.

PROCESO 1: CORTE (KG)	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M10	M11	M12	KPI
Bobina Sucia Bobina Maltratada Tiempo de preparación TOTAL, MERMA PRODUCCION CONFORME													
PROCESO 2: IMPRESIÓN (KG)	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M10	M11	M12	KPI
Espesor de bobina Tiempo de preparación Atascamiento de Plástico Falta de Experiencia Avería de máquina TOTAL, MERMA PRODUCCION CONFORME													
PROCESO 3: LAMINADO (KG)	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M10	M11	M12	KPI
Espesor de bobina Avería de máquina Atascamiento de Plástico Falta de Experiencia Tiempo de preparación TOTAL, MERMA PRODUCCION CONFORME													
PROCESO 4: REFILADO (KG)	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M10	M11	M12	KPI
Tiempo de preparación No presenta Fotocélula Espesor de bobina Falta de Experiencia TOTAL, MERMA PRODUCCION CONFORME													
PROCESO 5: SELLADO (KG)	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M10	M11	M12	KPI
No presenta Fotocélula Bobina Maltratada Tiempo de preparación Falta de Experiencia Atascamiento de Plástico Avería de máquina Espesor de bobina TOTAL, MERMA PRODUCCION CONFORME													

Figura 67: Panel de producción mensual propuesto. Elaboración Propia

Ficha de Indicadores

1. Nombre: % Bobinas devueltas por error en el espesor						
2. Objetivo: Controlar que las bobinas extruidas no superen el $\pm 5\%$ del espesor permitido						
3. Fórmula de Cálculo: $\text{Índice de bobinas devueltas} = \frac{\text{BOBINAS RECHAZADAS (Kg)}}{\text{TOTAL DE BOBINAS EXTRUIDAS (Kg)}} \times 100\%$						
4. Nivel de Referencia: <table><tr><td></td><td>< 3%</td></tr><tr><td></td><td>$5\% > X \geq 3\%$</td></tr><tr><td></td><td>$\geq 5\%$</td></tr></table> <p>Una reducción en el valor del indicador indica una mejora en el resultado. </p>		< 3%		$5\% > X \geq 3\%$		$\geq 5\%$
	< 3%					
	$5\% > X \geq 3\%$					
	$\geq 5\%$					
5. Responsable de Gestión: Encargado producción						
6. Fuente de Información: Registro de ingreso de bobinas extruidas						
7. Frecuencia de Medición: Diaria						
8. Frecuencia de Reporte: Mensual						
9. responsable del Reporte: Gerencia de Compras.						
10. Usuarios: Comité de Gerencia						
11. Observaciones: Para este indicador es necesario que el encargado de decepcionar las bobinas, realice una prueba de espesor en al menos 2 bobinas recibidas, con la finalidad de validar que se cumpla con el rango permitido. Asimismo, se requiere que se guarde el control de Kg de bobinas devueltas.						

<p>1. Nombre: % Bobinas impresas sin fotocélula.</p>						
<p>2. Objetivo: Lograr que el 100% de las bobinas impresas cuenten con fotocélula.</p>						
<p>3. Fórmula de Cálculo:</p> $\% \text{ bobinas sin fotocélula} = \frac{\text{BOBINAS SIN FOTOCELULA}}{\text{TOTAL DE BOBINAS IMPRESAS}} \times 100\%$						
<p>4. Nivel de Referencia:</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>≤ 3%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5% > x ≥ 3%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>≥ 5%</td> </tr> </table> <p>Una reducción en el valor del indicador indica una mejora en el resultado. </p>		≤ 3%		5% > x ≥ 3%		≥ 5%
	≤ 3%					
	5% > x ≥ 3%					
	≥ 5%					
<p>5. Responsable de Gestión: Operario de impresión.</p>						
<p>6. Fuente de Información: Control de impresión</p>						
<p>7. Frecuencia de Medición: Diario</p>						
<p>8. Frecuencia de Reporte: Mensual</p>						
<p>9. responsable del Reporte: Gerencia de producción</p>						
<p>10. Usuarios: Comité de Gerencia</p>						
<p>11. Observaciones: Para este indicador se requiere que el cliente apruebe en el clisses la fotocélula.</p>						

1. Nombre: Índice de bobinas maltratadas.						
2. Objetivo: Lograr que el 100% de las bobinas extruidas no se encuentren maltratadas						
3. Fórmula de Cálculo: $\text{Índice de bobinas maltratadas} = \frac{\text{TOTAL DE BOBINAS MALTRADAS}}{\text{TOTAL DE BOBINAS EXTRUIDAS}} \times 100$						
4. Nivel de Referencia: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="background-color: #00FF00; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>≤ 3%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFD700; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>5% > x ≥ 3%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF0000; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>< 5%</td> </tr> </table> <p style="text-align: right; margin-right: 20px;">▼</p> <p>Una reducción en el valor del indicador indica una mejora en el resultado.</p>		≤ 3%		5% > x ≥ 3%		< 5%
	≤ 3%					
	5% > x ≥ 3%					
	< 5%					
5. Responsable de Gestión: Encargado de producción						
6. Fuente de Información: Registro de devolución de bobinas.						
7. Frecuencia de Medición: Diario						
8. Frecuencia de Reporte: Mensual						
9. responsable del Reporte: Área de producción						
10. Usuarios: Comité de Gerencia						
11. Observaciones: Para este indicado se requiere que el encargado de recepcionar las bobinas cuantifique las bobinas que no serán recibidas por encontrarse maltratadas.						

1. Nombre: Índice de bobinas sucias
2. Objetivo: Cuantificar los Kg de bobinas sucias.
3. Fórmula de Cálculo: $\text{Índice de bobinas sucias} = \text{Bobinas sucias (kg)}$
4. Nivel de Referencia: -
5. Responsable de Gestión: Encargado de producción
6. Fuente de Información: Registro de producción
7. Frecuencia de Medición: Diario
8. Frecuencia de Reporte: Semanal
9. responsable del Reporte: Área de producción
10. Usuarios: Comité de Gerencia
11. Observaciones: Para este indicador cada operario de producción deberá cuantificar la cantidad de bobinas que se encontraban sucias y que no permitieron un correcto proceso de producción en su estación de trabajo.

1. Nombre:						
Tiempo de avería en la estación de Laminado						
2. Objetivo:						
Cuantificar los minutos de parada de máquina por avería.						
3. Fórmula de Cálculo:						
$\text{Tiempo de avería (min)} = \frac{\text{Tiempo parada de máquina (min)}}{\text{Total jornada laboral (min)}}$						
4. Nivel de Referencia:						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">≤ 10 min</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">40 > x ≥ 10 min</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">< 40 min</td> </tr> </table> <p>Una reducción en el valor del indicador indica una mejora en el resultado</p>		≤ 10 min		40 > x ≥ 10 min		< 40 min
	≤ 10 min					
	40 > x ≥ 10 min					
	< 40 min					
5. Responsable de Gestión:						
Encargado de producción						
6. Fuente de Información:						
Registro de producción						
7. Frecuencia de Medición:						
Diario						
8. Frecuencia de Reporte:						
Semanal						
9. responsable del Reporte:						
Área de producción						
10. Usuarios:						
Comité de Gerencia						
11. Observaciones:						
Para este indicador cada operario de producción deberá cuantificar los minutos en l.						

PANEL DE CONTROL DE PRODUCCION POR PROCESO - Semanal



Encargado de Información

Jefe de Producción.

Responsable de KPI

Gerente de Compras y Ventas.

PROCESO 1: CORTE (KG)	S1	S2	S3	S4	MES	KPI
Bobina Sucia						
Bobina Maltratada						
Tiempo de preparacion						
TOTAL MERMA						
PRODUCCION CONFORME						

PROCESO 2: IMPRESIÓN (KG)	S1	S2	S3	S4	MES	KPI
Espesor de bobina						
Tiempo de preparacion						
Atascamiento de Plastico						
Falta de Experiencia						
Avería de máquina						
TOTAL MERMA						
PRODUCCION CONFORME						

PROCESO 3: LAMINADO (KG)	S1	S2	S3	S4	MES	KPI
Espesor de bobina						
Avería de máquina						
Atascamiento de Plastico						
Falta de Experiencia						
Tiempo de preparacion						
TOTAL MERMA						
PRODUCCION CONFORME						

PROCESO 4: REFILADO (KG)	S1	S2	S3	S4	MES	KPI
Tiempo de preparacion						
No presenta Fotoceñula						
Espesor de bobina						
Falta de Experiencia						
TOTAL MERMA						
PRODUCCION CONFORME						

PROCESO 5: SELLADO (KG)	S1	S2	S3	S4	MES	KPI
No presenta Fotoceñula						
Bobina Maltratada						
Tiempo de preparacion						
Falta de Experiencia						
Atascamiento de Plastico						
Avería de máquina						
Espesor de bobina						
TOTAL MERMA						
PRODUCCION CONFORME						

Figura 68: PPQA Propuesto para Flexopack Perú. Elaboración Propia.

3.6.5.1. Restricciones

Los operarios son un factor muy importante para el éxito de lo que se quiere aplicar, de tal manera que, no conseguir el compromiso y apoyo por parte de ellos, después del proceso de capacitaciones, generarían retrasos en las tareas planificadas en el plan de trabajo.

La empresa no cuenta con un presupuesto alto en el cual estén dispuestos a invertir con la finalidad de conseguir mejoras en la empresa. Sin embargo, puede convertirse en una restricción en el caso que decidan no invertir, por otro lado, desarrollar las herramientas planteadas el beneficio sería muy provechoso.

No es común el cambio de la forma de pensar en los operarios, sin embargo, existe la posibilidad que ocurra la renuncia de algunos colaboradores que tienen responsabilidad en el sistema productivo o pertenecer al equipo de desarrollo del mismo. Esto puede generar retrasos en la ejecución del plan de trabajo.

3.6.5.2. Resultados esperados

Con la utilización de las herramientas planteadas se pretende conseguir que todos los trabajadores cumplan con los procedimientos y check list brindados, además que sepan cual es el impacto de fallar en el intento y tomar conciencia de ello. Lo que se espera es que disminuya la tasa de merma en al menos un 8% y aumentar la calidad del producto brindado, y así disminuir los productos defectuosos.

CAPÍTULO IV: VALIDACION DEL MODELO

En este capítulo se presentará los resultados de propuesta de solución expuesta en el capítulo anterior con la finalidad de validar las propuestas. Esta validación consiste en un proyecto piloto y una simulación, el proyecto piloto se va a medir la tasa de mermas que se viene dando en cada proceso productivo y la simulación es para medir los tiempos de procesamiento.

Adicionalmente, se presentará una evaluación económica de la mejora de la propuesta, el cual parte del costo de implementación y el costo de oportunidad.

Asimismo, se analizará los indicadores económicos tales como VAN y TIR que demostrarán si la propuesta desarrollada es viable para la empresa.

También se mostrará una matriz de riesgos para evaluar variables que puedan afectar el proyecto y su respectivo impacto, con el fin de tener propuestas de mitigación.

Por último, se resumirá lo mencionado anteriormente a través de conclusiones que evidencien la importancia de implementar las propuestas desarrolladas en la empresa.

4.1. Validación de la propuesta.

4.1.1. Proyecto piloto.

El primer paso fue convencer a la gerencia sobre la importancia de modificar algunos puntos críticos que generaban mermas y productos defectuosos que presenta la empresa Flexopack Perú. El paso siguiente que se realizó, fue crear un equipo de trabajo para iniciar la auto gestión y guiar a los operarios como deben ser más productivos. Este grupo es liderado por el gerente general, el Sr. Joao Javier Arrunátegui.

Como tercer paso, tanto el grupo como el gerente fueron capacitados con las modificaciones que se van a venir realizando, los beneficios de aplicarlo y los pasos a seguir para desarrollarlo de la

mejor manera.



Figura 69. Charla informativa para implementación de propuesta.

Esta capacitación se inició explicando el primer y nuevo proceso que se deben realizar antes de que la materia prima ingreso al proceso productivo. Se explicó paso a paso como se debe realizar el Aseguramiento de la calidad de las bobinas. Por ello, para este estudio se siguió un par de pedidos de pedidos de laminado. Se realizó un seguimiento por cada proceso, y de acuerdo a la plantilla brindada al supervisor, el supervisor tomaba nota de los defectos producidos.

1. TEMA	3. LUGAR
Propuesta para mejorar la eficiencia en la producción	Planta CAMPOY - SJL
2. ORGANIZADORES	4. FECHA
Kerly Javier / José Soría	

PARTICIPANTE	CARGO	Asistió
1. Roberto Sanchez	Operario	SI
2. Juan Mendoza	Operario	SI
3. Luis Aquí.	Operario	SI
4. Rodrigo Mayta	Operario	SI
5. Lobo Tapia	Operario	SI
6. José Miguel Salas	Operario	SI
7. Daniel Castillo	Operario	SI
8. Jesus Quispe	Operario	SI
9. Luis Sifuentes	Operario	SI
10. Sonia Quintanilla	Gerente Compras - Venta	SI
11. Silvia Carhuaz.	Encargada de RR.HH	SI
12. Juan Carlos Huertas	Encargado de Contabilida	SI
13. Joao Javier	Gerente General	SI

Figura 70: Acta de asistencia a la capacitación

4.1.2. Desarrollo plan Piloto.

Para determinar si nuestra propuesta de solución es viable, realizaremos un piloto con la producción de bolsas del cliente IMPEX, los productos más solicitados por este cliente son:

- BOLSA LAMINADA BOPP + PEBD OLLUCO 15 OZ 7.4 x 11.81 x 1.2
- BOLSA LAMINADA BOPP + PEBD MAIZ MORADO 3lb 12 x 15 x 1.4

Para este piloto se consideró la OC por un total de 150 millares, 100 del producto OLLUCO 15 OZ y 50 del producto MAIZ MORADO.

Paso 1	•Definir rango correcto de espesor.
Paso 2	•Escoger muestra aleatoria de bobinas.
Paso 3	•Cortar 1 m de bobina.
Paso 4	•Medir con el micrómetro.

Se debe tener en cuenta que para este piloto se utilizará el micrómetro como sustituto a la balanza de espesor de bobinas, como se detalla en los pasos a seguir el rango permitido es de $\pm 5\%$ sobre lo solicitado es decir debe encontrarse dentro de los rangos de [1.14 - 1.26].

Inspección	Espesor Promedio (micras)	¿Cumple Rango?
Bobina 1	1.22	SI
Bobina 2	1.24	SI
Bobina 3	1.27	NO
Bobina 4	1.17	SI
Bobina 5	1.21	SI

Al encontrarse sólo 1 bobina que no cumple con el rango y el límite no es tan significativo se aceptará la totalidad de bobinas entregadas por el proveedor.

Para el siguiente pedido se realizó la misma inspección, realizando la prueba a las 5 bobinas seleccionadas aleatoriamente, como resultado se encontró lo siguiente:

Inspección	Espesor Promedio (micras)	¿Cumple con el rango?
Bobina 1	1.46	SI
Bobina 2	1.48	NO
Bobina 3	1.33	SI
Bobina 4	1.61	NO
Bobina 5	1.41	SI

El rango de tolerancia esperado para este producto es de [1.33 - 1.47] micras, sin embargo, hay dos bobinas que superan el límite; a diferencia el primer grupo de bobinas esta variación sí es significativa por lo que se procede a rechazar las bobinas.

Posterior a la validación de espesor de las bobinas, según el procedimiento propuesto, estas serán llevadas a la estación de trabajo correspondiente para continuar con su producción.



Figura 71: Bobinas en cola para el proceso de fabricación.

Para la producción de estos pedidos se requiere en total 700Kg¹ como materia prima, bajo esta premisa se completó los indicadores propuesto para identificar la cantidad de merma generada.

PANEL DE CONTROL DE PRODUCCION POR PROCESO - POR PRODUCTO



Encargado de Información

Jefe de Producción.

Responsable de KPI

Gerente de Compras y Venta

PROCESO 1: CORTE (KG)	S1	Resultado
Ingresas	700 100%	
Bobina Sucia	0 0.0%	Bajo
Bobina Maltratada	0 0.0%	Bajo
Atascamiento de Plastico	1.4 0.2%	Bajo
TOTAL MERMA	1.4 0.2%	Bajo
PRODUCCION CONFORME	698.14 99.8%	Bajo

PROCESO 4: REFILADO (KG)	S1	Resultado
Ingresas	677 100%	
Atascamiento de Plastico	2 0.30%	Bajo
No presenta Fotoceula	3 0.44%	Bajo
Espesor de bobina	2.5 0.37%	Bajo
Falta de Experiencia	7.5 1.11%	Medio
TOTAL MERMA	15 2.21%	Bajo
PRODUCCION CONFORME	662 97.8%	Bajo

PROCESO 2: IMPRESIÓN (KG)	S1	Resultado
Ingresas	698	
Espesor de bobina	3.2 0.46%	Bajo
Atascamiento de Plástico	4 0.57%	Medio
Falta de Experiencia	2 0.29%	Bajo
Avería de máquina	1.8 0.26%	Bajo
TOTAL MERMA	11 1.58%	Bajo
PRODUCCION CONFORME	687 98.4%	Bajo

PROCESO 5: SELLADO (KG)	S1	KPI
Ingresas	662 100%	
No presenta Fotoceula	0.8 0.5%	Bajo
Bobina Maltratada	0.5 0.1%	Bajo
Falta de Experiencia	3 0.5%	Alto
Atascamiento de Plastico	2.2 0.3%	Medio
Avería de máquina	0.4 0.1%	Bajo
Espesor de bobina	0.6 0.1%	Bajo
TOTAL MERMA	7.5 1.1%	Bajo
PRODUCCION CONFORME	655 98.9%	Bajo

PROCESO 3: LAMINADO (KG)	S1	Resultado
Ingresas	687 100%	
Espesor de bobina	4 0.6%	Bajo
Avería de máquina	0 0.0%	Bajo
Atascamiento de Plastico	4 0.6%	Bajo
Falta de Experiencia	1.7 0.2%	Medio
TOTAL MERMA	9.7 1.4%	Bajo
PRODUCCION CONFORME	677 98.6%	Bajo

Bajo nuestra propuesta de control por producto, pudimos obtener como resultado que se obtuvo como producción total 654.94 Kg de un total de 699.54 Kg, lo que representa un 6% de mermas, a diferencia del 15% que se obtenía como promedio de mermas anteriormente. Sin embargo, a medida que se realizaba el piloto se observó que la falta de experiencia estaba originando mermas durante la producción por lo que fue necesario realizar más inspecciones durante la fabricación.

¹ estos valores se obtienen según el porcentaje de contribución para la fabricación de bolsas laminadas y con la conversión de millares a KG.

Tabla 15

Comparación antes y después de la propuesta.

ANTES	DESPUÉS
No se controlaba el espesor de las bobinas extruidas.	Implementación de procedimiento para medir espesor.
No se controlaba las mermas por estación de trabajo.	Implementación de Ordenes de trabajo para el Panel de producción.
Mermas generadas 15% de la OC solicitada.	Mermas generadas del 6% de la OC solicitada.
No se etiquetaban las bobinas rechazadas	Implementación de etiquetas “APROBADAS / Rechazadas”

Como se puede observar en la tabla 12, posterior la implementación de nuestro piloto se obtuvo resultados significativos, en especial en la reducción del KG de mermas que se generaban. Desde el año 2018 las mermas que se obtenían en total representaban el 15% aproximadamente de la solicitud del cliente, esto traía como consecuencia perdida de cliente y pérdida económica para la empresa.

Como ya lo habíamos mencionado las mermas que se generaban en la empresa rodeaban los 15% de la producción, la tabla expuesta indica el total de KG que se han generado por ineficiencias en la producción.

Asimismo, este problema representaba perdidas por casi 148 mil soles al año, asimismo, cabe recalcar que la merma generado no podría ser reprocesada

Tabla 16
Cantidad de KG por merma mensual.

Meses	Producción (Miles)	Merma (kg)	TOTAL, S/.
Enero	13,711.67	822.7	9,025.35
Febrero	12,688.24	862.8	9,465.26
Marzo	16,038.60	914.2	10,029.14
Abril	13,687.76	973.2	10,676.39
Mayo	16,916.29	820.44	9,000.55
Junio	20,766.10	1,225.20	13,440.93
Julio	21,704.87	1,382.60	15,167.68
Agosto	17,478.75	1,398.30	15,339.91
Setiembre	23,565.79	1,432.80	15,718.39
Octubre	15,877.46	1,127.30	12,366.93
Noviembre	15,078.75	1,206.30	13,233.59
Diciembre	19,540.85	1,387.40	15,220.33
TOTAL	207,055.12	13,553.24	148,684.46

Con la tabla expuesta nuestro principal objetivo es reducir la cantidad de merma generada al mes, asimismo, la propuesta de mejora desarrollada nos permite reducir los errores antes de iniciar el proceso de producción.

4.2.Evaluación Económica.

La información que se presentará en este punto nos permitirá revisar el balance económico de la inversión que se plantea realizar, así como demostrar los beneficios obtenidos. Asimismo, se calcularán los indicadores económicos tales como valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) que nos permitirá demostrar la viabilidad de nuestro proyecto.

4.2.1. Flujo de Caja.

Para obtener el flujo de caja se requiere la siguiente información.

4.2.1.1. Beneficios.

El problema principal encontrado en la empresa se centraba en la baja eficiencia en la producción esto en relación al exceso de mermas que se generaba, el análisis desarrollado en el capítulo 2 permitió identificar que en promedio se perdía un 15% de producción lo que era equivalente a 1 tonelada.

Sin embargo, con el desarrollo del piloto se obtuvo como resultado una reducción a 6.2%, es por esta razón que la tabla 13 presenta el beneficio económico que representa esta reducción en comparación al 2019.

Este cálculo se realizó analizando el costo de producción por la cantidad de merma generada en el 2019; versus la proyección de reducción de merma a 6.2%, bajo esta premisa consideramos en el flujo de caja el promedio de beneficio proyectado el cual es de S/.7,452.98 y se proyecta un crecimiento de 2% en todos los meses siguientes.

Tabla 16

Beneficio económico proyectado.

Meses	Antes		Después		Beneficio
	Merma (S/.)	PT DEF (S/.)	Merma (S/.)	PT DEF (S/.)	
Enero	9,025.35	307.17	3,730.48	126.96	5,475.08
Febrero	9,465.26	241.35	3,912.31	99.76	5,694.54
Marzo	10,029.14	186.50	4,145.38	77.09	5,993.17
Abril	10,676.39	340.08	4,412.91	140.57	6,463.00
Mayo	9,000.55	362.02	3,720.23	149.64	5,492.71
Junio	13,440.93	340.08	5,555.59	140.57	8,084.86
Julio	15,167.68	307.17	6,269.31	126.96	9,078.58
Agosto	15,339.91	351.05	6,340.50	145.10	9,205.37
Setiembre	15,718.39	449.79	6,496.93	185.91	9,485.33
Octubre	12,366.93	252.32	5,111.67	104.29	7,403.29
Noviembre	13,233.59	296.20	5,469.89	122.43	7,937.48
Diciembre	15,220.33	329.11	6,291.07	136.03	9,122.34
TOTAL	148,684.46	3,762.85	61,456.25	1,555.31	89,435.76

4.2.1.2. Inversión del proyecto.

La inversión propuesta para nuestro proyecto es de S/ 31,683.04; esta inversión no será adquirida bajo un préstamo, ya que el monto no es elevado para solicitar un crédito. La empresa realizará las adquisiciones necesarias con presupuesto propio.

Tabla 17

Detalle de la inversión necesaria.

Nº	ETAPAS	Costos
1	1. CAPACITACIONES	S/.10,290.00
2	1.1. Mejorar la calidad del ambiente de trabajo	S/.100.00
3	1.2. Costo por mano de obra parada	S/.2,790.00
4	1.3. Desarrollar habilidades	S/.7,000.00
5	1.5. Brindar al operario un check list	S/.100.00
6	1.6. Colocar en las paredes folletos de los flujogramas de cada proceso	S/.300.00
7	2. Equipos y herramientas	S/.21,393.04
8	2.1. Equipos de limpieza	S/.7,120.60
9	Cepillo de tallar 260 mm - 14 unidades	S/.303.66
10	Cuba de 12 litros - 14 unidades	S/.1,163.82
11	Paños absorbentes - 20,000 unidades	S/.5,400.00
12	Escoba 410 mm blandas duras - 7 unidades	S/.253.12
13	2.2. Herramientas de lubricación	S/.436.80
14	Engrasadora manual - 7 unidades	S/.335.30
15	Escobilla - 7 unidades	S/.45.50
16	Grasera - 7 unidades	S/.56.00
17	2.3. Detergentes, lubricantes	S/.10,335.64
18	Topax 58	S/.1,565.64
19	Vortexx es	S/.4,360.00
20	Krones celerol 1 7003	S/.4,410.00
21	2.4. Adquirir equipo - balanza medidor de espesor	S/.3,000.00
22	2.5. Instalar quipos y pruebas de la balanza	S/.500.00
23	6. Entrega formal del proyecto	S/.31,683.04

4.2.1.3. Costos Operativos

Para este punto se toma como referencia los gastos relacionados con el funcionamiento de la nueva máquina se tomará como premisa el tiempo que requiere el personal en utilizar la máquina, calcular las mermas generadas por estación y su identificación cuantitativa y cualitativa de estas, es por ello que el punto base para este cálculo es sueldo mínimo del trabajo y según las mediciones realizadas los operarios máximos ocupan 1 hora de su jornada en realizar la totalidad de actividades necesarias, bajo esta premisa del sueldo mínimo y la cantidad de horas que se requiere para el desarrollo de esta propuesta; es decir, S/ 5.8 costo por hora trabajada esto multiplicado por la cantidad de días al mes hace un promedio de **S/ 100** al mes, al igual que los beneficios se proyecta un crecimiento de 2% cada mes.

Costos Operativos mensuales	S/
Costo por hora trabajada al mes	100.00
Total, costos operativos	100.00

4.2.1.4. Depreciación

Para nuestro flujo se determinó el costo de depreciación como el 10% del costo total de la máquina, Es decir, en nuestro caso sería de:

$$D = 30,000 \times 10\% = S/. 300$$

Finalmente, con los datos obtenidos se desarrolla el flujo de caja para la empresa con la implementación de nuestra propuesta de solución.

Tabla 18

Flujo de caja para la empresa.

Conceptos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Beneficios	S/.7,453	S/.7,602	S/.7,754	S/.7,909	S/.8,067	S/.8,229	S/.8,393	S/.8,561	S/.8,732	S/.8,907	S/.9,085	S/.9,267
Costos Operativos	S/.(100)	S/.(102)	S/.(103)	S/.(105)	S/.(106)	S/.(108)	S/.(109)	S/.(111)	S/.(113)	S/.(114)	S/.(116)	S/.(118)
Depreciación	S/.(300)											
Utilidad Neta	S/.7,053	S/.7,201	S/.7,351	S/.7,505	S/.7,661	S/.7,821	S/.7,984	S/.8,150	S/.8,320	S/.8,493	S/.8,669	S/.8,849
(+) Depreciación	S/.300											
Impuesto a la renta (28%)	S/.(1,975)	S/.(2,016)	S/.(2,058)	S/.(2,101)	S/.(2,145)	S/.(2,190)	S/.(2,235)	S/.(2,282)	S/.(2,330)	S/.(2,378)	S/.(2,427)	S/.(2,478)
Flujo de Caja	S/.5,378	S/.5,484	S/.5,593	S/.5,703	S/.5,816	S/.5,931	S/.6,048	S/.6,168	S/.6,290	S/.6,415	S/.6,542	S/.6,671

Conceptos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Calculo Manual	S/.5,378	S/.5,484	S/.5,592	S/.5,703	S/.5,816	S/.5,931	S/.6,048	S/.6,168	S/.6,290	S/.6,414	S/.6,541	S/.6,671
Valor presente	S/.4,717	S/.4,220	S/.3,774	S/.3,376	S/.3,020	S/.2,702	S/.2,417	S/.2,162	S/.1,934	S/.1,730	S/.1,547	S/.1,384

4.2.2. Análisis del Costo/ Beneficio: TIR/VAN (a 1 año)

Para determinar el VAN (Valor Actual Neto), se debe calcular la tasa de corte del coste promedio ponderado del capital (CPPC), este servirá para evaluar el TIR. La tasa de CPPC se calcula en relación a la distribución de los pasivos y activos de la inversión propuesta.

Tabla 19

Tasa de corte del coste promedio ponderado del capital

Distribución	Deuda	Participación	Costo	Costo Ponderado
Pasivos	S/ 0.00	0%	10.00%	0.00%
Patrimonio	S/. 31,683.04	100%	14.00%	14.00%
	\$138.338	100.00%		14.00%

La tasa de corte del coste promedio ponderado del capital (CPPC) es 14%.

El VAN tiene un valor de S/.1,305.93, el cual resulta de traer todos a valor presente todos los flujos de caja de todos los meses del año y restarle la inversión de la propuesta.

Por otro lado, la TIR tiene un valor del 14.89%, este valor resulta de calcular la TIR tomando dato todos los valores del flujo de caja restando la inversión de la propuesta.

Finalmente, realizando los comparativos adecuados tenemos como resultado que el VAN es mayor a cero y la TIR es más alta que el CPPC, por lo que se concluye que el proyecto es rentable para la empresa.

4.3. Evaluación de riesgos.

Los impactantes referentes a la propuesta de mejora, se evaluó a través de una matriz de riesgos, en el cual se cuantifica las siguientes variables.

Tabla 20

Impacto de Riesgo

	IMPACTO	RIESGO	
ALTO	5	3.0 - 5.0	
MEDIO	3	1.5 - 3.0	
BAJO	1	0.0 - 1.5	
PROBABILIDAD	0 a 1		

La Tabla 17, muestra la leyenda de los valores que tiene un impacto alto, medio y bajo. De igual manera, el intervalo de valores que determina si un riesgo es alto, medio y bajo.

4.3.1. Matriz impacto – probabilidad – riesgo

La matriz IPR permite cuantificar la incidencia de ocurrir algún riesgo. Por tal motivo se utilizó para evaluar las principales variables que pueden afectar la propuesta de mejora:

Tabla 21

Principales riesgos que pueden afectar la propuesta de mejora

Variable	Riesgo	Impacto	Probabilidad	Resultado	
Externo	Falta de proveedores confiables	5	0.4	2	Medio
	Problemas en transporte de PT	5	0.4	2	Bajo
	Variación de precios en los insumos	1	0.1	0.1	Bajo
Interno	Pérdida de personal clave	5	0.5	2.5	Medio
	Baja motivación	5	0.3	1.5	Bajo
	Lentitud en la toma de decisiones	3	0.4	1.2	Bajo

4.3.2. Análisis de resultados

Como se puede ver en la Tabla 17, la falta de proveedores confiables es una variable externa de alto impacto en el flujo de trabajo de la empresa, pues con esta, esto implicaría que las bobinas que llegan a la empresa no estén en óptimas condiciones para entrar al proceso, puede generar atrasos y no llegar a entregar a tiempo el producto terminado al cliente.

El mismo modo, el transporte de los productos terminados es contratado, afecta directamente en entregar a tiempo el producto terminado, sin embargo, la probabilidad de que esto ocurra es bajo.

Por otro lado, la pérdida de personal clave, la baja motivación y la lentitud en la toma de decisiones, son variables internas que tienen en común el recurso humano. Cuando se refiere a la pérdida del personal tiene un impacto alto, debido a que son los que desarrollan las operaciones de la empresa y son personal capacitado, por ello como resultado se tiene una probabilidad media. La baja motivación y la lentitud en la toma de decisiones se va a ir mejorando en el transcurso de las capacitaciones, sin embargo, es de suma importancia el desarrollo de estas, es por ello, que tienen un impacto alto y medio, pero tiene como resultado una probabilidad baja.

CAPITULO V. CONCLUSIONES

- La situación actual de las PYMES analizadas demostró que estas aún siguen creciendo desordenadamente lo que trae como consecuencia ineficiencias en sus operaciones.
- Al investigar diferentes herramientas se pudo determinar que existen algunas que no requieren de mucha inversión para su implementación.
- Los casos de éxito analizados nos permitieron comprobar que la implementación de la metodología DMAMC si obtiene resultados positivos.
- Durante el análisis de la información se observó que la empresa no recopila la información en alguna base de datos por lo que se tuvo que analizar ordenes de compra y facturas como punto de comparación.
- Se propuso la adquisición de una balanza que permita obtener los valores de espesor de las bobinas extruidas; asimismo; utilizamos el micrómetro
- La implementación de un piloto arrojó como resultado una reducción de merma en 6.5% en comparación a la merma promedio de 15%.
- Se propuso un panel de indicadores que permita controlar el proceso desde la recepción de materiales hasta la entrega del producto final.
- Los indicadores financieros determinan que el desarrollo de este proyecto sí es viable.

BIBLIOGRAFÍA

Agustiady, T. K. and Cudney, E. A. (2018) 'Total productive maintenance', *Total Quality Management and Business Excellence*. doi: 10.1080/14783363.2018.1438843.

Akhmetova, S. O., Baibolova, L. K. and Serikkyzy, M. S. (2019) 'Integrated quality management system for food production: A case of dairy products' enterprise', *Entrepreneurship and Sustainability Issues*. doi: 10.9770/jesi.2019.6.4(19).

Burawat, P. (2019) 'Productivity improvement of corrugated carton industry by implementation of continuous improvement, 5s, work study, and muda elimination: A case study of Xyz Co., Ltd', *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. doi: 10.35940/ijeat.E1026.0585C19.

Chiarini, A. (2015) 'Improvement of OEE performance using a Lean Six Sigma approach: An Italian manufacturing case study', *International Journal of Productivity and Quality Management*. doi: 10.1504/IJPQM.2015.072414.

Decreto Supremo N° 013-2018-MINAM | Gobierno del Perú (no date). Available at: <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/213071-013-2018-minam> (Accessed: 29 August 2020).

Economía: Produce buscará que regulación del uso de plástico 'no sea nociva' par | NOTICIAS GESTIÓN PERÚ (no date). Available at: <https://gestion.pe/economia/produce-buscar-regulacion-plastico-sea-nociva-industria-265144-noticia/> (Accessed: 29 August 2020).

El Mercado de Envases para Agroindustria en Perú - Buscar con Google (no date). Available at: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=El+Mercado+de+Envases+para+Agroindustria+en+Perú> (Accessed: 29 August 2020).

Estudios Económicos – Sociedad Nacional de Industrias (no date). Available at: <https://www.sni.org.pe/estudios-economicos/> (Accessed: 29 August 2020).

- Felizzola Jiménez, H. and Luna Amaya, C. (2014) 'Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: Un enfoque metodológico', *Ingeniare*. doi: 10.4067/S0718-33052014000200012.
- Garza-Reyes, J. A. *et al.* (2016) 'A Lean Six Sigma framework for the reduction of ship loading commercial time in the iron ore pelletising industry', *Production Planning and Control*. doi: 10.1080/09537287.2016.1185188.
- Knapp, S. (2015) 'Lean Six Sigma implementation and organizational culture', *International Journal of Health Care Quality Assurance*. doi: 10.1108/IJHCQA-06-2015-0079.
- Kwak, Y. H. and Anbari, F. T. (2006) 'Benefits, obstacles, and future of six sigma approach', *Technovation*. doi: 10.1016/j.technovation.2004.10.003.
- Mansur, A., Mu'Alim and Sunaryo (2016) 'Plastic Injection Quality Controlling Using the Lean Six Sigma and FMEA Method', in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. doi: 10.1088/1757-899X/105/1/012006.
- Medina León, A. *et al.* (2019) 'Procedure for process management: Methods and support tools | Procedimiento para la gestión por procesos: Métodos y herramientas de apoyo', *Ingeniare*, 27(2), pp. 328–342. doi: 10.4067/S0718-33052019000200328.
- Morgan, M. L. *et al.* (2018) 'Formulation, characterisation and flexographic printing of novel Boger fluids to assess the effects of ink elasticity on print uniformity', *Rheologica Acta*. doi: 10.1007/s00397-017-1061-9.
- Moya, C. A. *et al.* (2019) 'A new framework to support Lean Six Sigma deployment in SMEs', *International Journal of Lean Six Sigma*. doi: 10.1108/IJLSS-01-2018-0001.
- Pereira, A. M. H. *et al.* (2019) 'Lean six sigma approach to improve the production process in the mould industry: A case study', *Quality Innovation Prosperity*. doi: 10.12776/QIP.V23I3.1334.
- Pujol-Cols, L. J. and Foutel, M. (2018) 'Cultura, identidad e imagen organizacional: desarrollo de

una metodología para su estudio en la Universidad’, p. 26. doi: 10.22201/iisue.20072872e.2019.25.339.

Sodkomkham, T. and Chutima, P. (2016) ‘Lean Six Sigma Application in Rear Combination Automotive Lighting Process’, in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. doi: 10.1088/1757-899X/131/1/012022.

Wang, B. *et al.* (2018) ‘Simulation and optimization of film thickness uniformity in physical vapor deposition’, *Coatings*. doi: 10.3390/COATINGS8090325.