

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE MICROINYECCIÓN EN PLASTISOL Y EMPAQUETADO EN LA EMPRESA REVULMAQ S.A.C.

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero
Industrial

Julio Cesar Dominguez Farfan

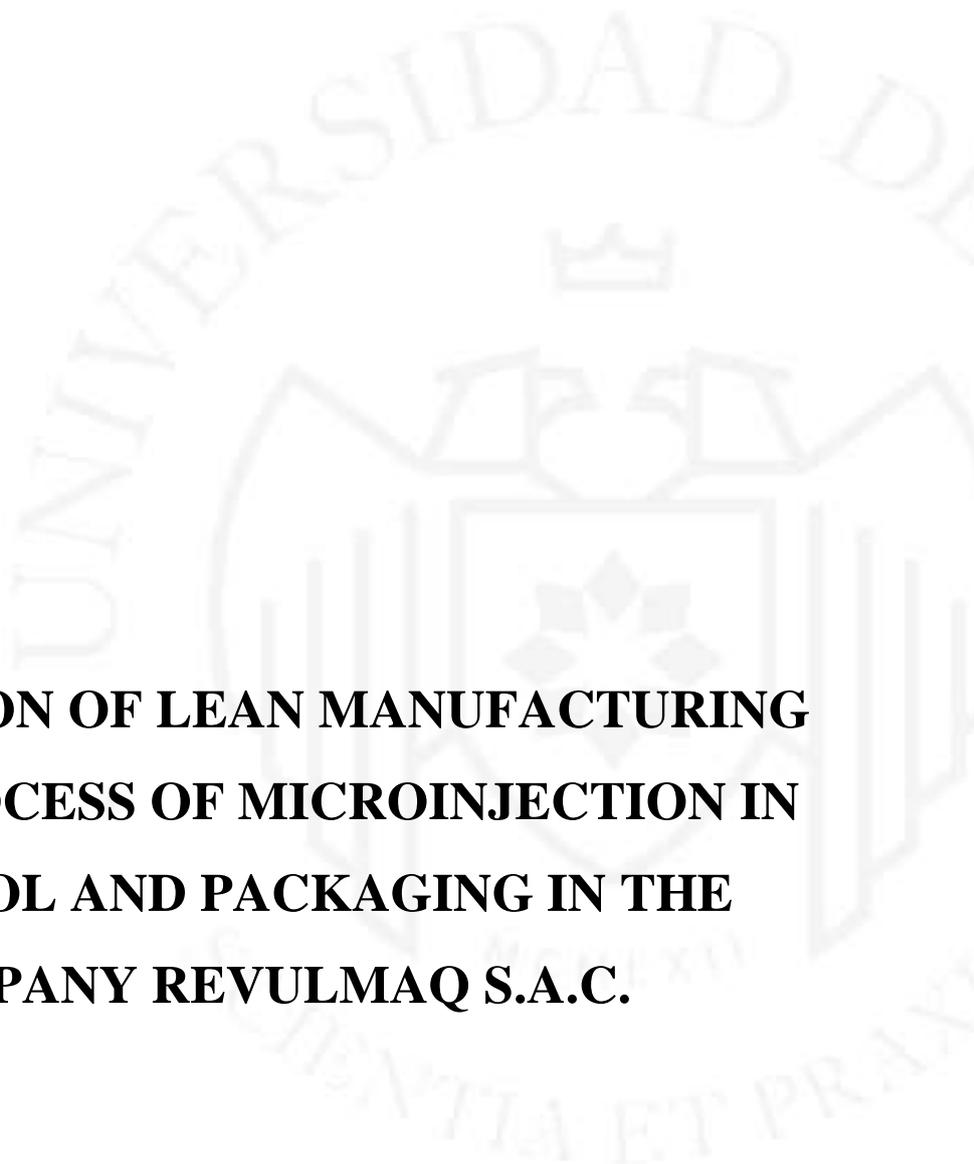
Código 20050403

Asesor

Carlos Medardo Urbina Rivera

Lima – Perú
Marzo del 2022





**APPLICATION OF LEAN MANUFACTURING
IN THE PROCESS OF MICROINJECTION IN
PLASTISOL AND PACKAGING IN THE
COMPANY REVULMAQ S.A.C.**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	XI
ABSTRACT	
.....	XI
I	
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Breve descripción de la empresa y reseña histórica	1
1.2. Descripción de los productos ofrecidos	7
1.3. Descripción de la problemática actual basada en indicadores.....	10
CAPÍTULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
2.1. Objetivos	12
2.1.1. Objetivo General	12
2.1.2. Objetivos Específicos.....	12
2.2. Alcance y Limitaciones de la investigación	12
2.2.1. Unidad de análisis	12
2.2.2. Población	12
2.2.3. Espacio	13
2.2.4. Tiempo	13
2.3. Justificación	13
2.3.1. Justificación técnica.....	13
2.3.2. Justificación económica.....	14
2.3.3. Justificación social	15
2.3.4. Justificación ambiental	15
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DEL ENTORNO	16
3.1. Análisis externo de la empresa.....	16
3.1.1. Análisis del sector, utilizando las cinco fuerzas de Porter.....	16
3.1.2. Análisis PESTEL	18

3.1.3.	Identificación de Oportunidades y Amenazas	25
3.1.4.	Elaboración de matriz EFE	26
3.2.	Análisis interno de la empresa	26
3.2.1.	Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales.....	26
3.2.2.	Análisis de la cadena de valor de la empresa.....	28
3.2.3.	Identificación de las fortalezas y debilidades	42
3.2.4.	Elaboración de matriz EFI	44
CAPÍTULO IV: SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO DE ESTUDIO ..		45
4.1.	Identificación y descripción general de procesos clave	45
4.2.	Análisis de Indicadores generales de desempeño de los procesos claves (metas, resultados actuales, tendencias, comparativos)	47
4.3.	Selección del sistema o proceso a mejorar	50
CAPÍTULO V: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO.....		52
5.1.	Análisis del Sistema o Proceso objeto de estudio	52
5.2.	Descripción detallada del Sistema o Proceso objeto de estudio	55
5.3.	Determinación de la causa Raíz de los problemas hallados.....	62
CAPÍTULO VI: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN..		70
6.1.	Planteamiento de alternativas de solución.....	70
6.2.	Selección de alternativas de solución	71
6.2.1.	Determinación y ponderación de criterios de alternativas de solución.....	72
6.2.2.	Evaluación cualitativa y cuantitativa de alternativas de solución	72
6.2.3.	Priorización y selección de soluciones	76
CAPÍTULO VII: DESARROLLO, PLANIFICACIÓN Y RESULTADOS		78
7.1.	Ingeniería de la Solución (actividades, operaciones y recursos necesarios para cada una de ellas)	78
7.2.	Plan de Implementación de la Solución.....	87
7.3.	Evaluación cuantitativa de indicadores y económica financiera de solución...88	88

CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS	98
BIBLIOGRAFÍA.....	99
ANEXOS.....	100



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Facturación de los años 2017-2019	3
Tabla 1.2 Materia prima comprada por tipo de proveedor	5
Tabla 1.3 Cantidad de productos elaborados en los años 2017-2019	7
Tabla 1.4 Centro de Trabajo	10
Tabla 1.5 Indicadores de Fill Rate y On Time Delivery.....	11
Tabla 1.6 Indicadores de Tiempo de búsqueda de herramientas	11
Tabla 1.7 Indicadores de productos defectuosos	11
Tabla 3.1 Matriz EFE.....	26
Tabla 3.2 Criterios de Evaluación.....	38
Tabla 3.3 Análisis de Klein en el área Logística externa.....	38
Tabla 3.4 Análisis de Klein en el área Logística interna	38
Tabla 3.5 Análisis de Klein en el área Gestión Financiera	39
Tabla 3.6 Análisis de Klein en el área Gestión humana	39
Tabla 3.7 Análisis de Klein en el área ventas	39
Tabla 3.8 Análisis de Klein en el área mantenimiento	39
Tabla 3.9 Análisis de Klein en el área producción	40
Tabla 3.10 Análisis de Klein en el área desarrollo tecnológico.....	40
Tabla 3.11 Consolidado de resultados	40
Tabla 3.12 Matriz EFI.....	44
Tabla 4.1 Fill Rate and On Time Delivery	48
Tabla 5.1 Valores para el VSM actual.....	52
Tabla 5.2 Diagrama SIPOC	53
Tabla 5.3 Cálculo de indicadores de producción	60
Tabla 5.4 Cálculo del MTBF de las máquinas.....	60
Tabla 5.5 Cálculo del MTTR (tiempo promedio para reparar) de las máquinas	61
Tabla 5.6 Cálculo del OEE por máquina	62
Tabla 5.7 Matriz de correlación.....	65
Tabla 5.8 Priorización de causas.....	68
Tabla 5.9 Análisis de 5 Por qué	69
Tabla 6.1 Matriz Causa-Solución	70

Tabla 6.2 Enfrentamiento de factores para elegir solución	72
Tabla 6.3 Implementación de estandarización.....	73
Tabla 6.4 Implementación de mantenimiento autónomo.....	73
Tabla 6.5 Implementación de 5S	74
Tabla 6.6 Capacitación en Liderazgo	75
Tabla 6.7 Inversión en infraestructura	76
Tabla 6.8 Capacitación en temas técnicos	76
Tabla 6.9 Priorización de soluciones	77
Tabla 7.1 Disposición de elementos	79
Tabla 7.2 Disposición de elementos	79
Tabla 7.3 Letreros elaborados.....	80
Tabla 7.4 Manual de Limpieza	80
Tabla 7.5 Cronograma	81
Tabla 7.6 Presupuesto General	89
Tabla 7.7 Cronograma para la implementación de soluciones	90
Tabla 7.8 Variación en el MTBF (mensual).....	90
Tabla 7.9 Variación en el MTTR (mensual).....	90
Tabla 7.10 Variación en el OEE	90
Tabla 7.11 Costo del equipo de implementación del proyecto.....	91
Tabla 7.12 Costo por la variación del tiempo de reparación de cada máquina	92
Tabla 7.13 Costo por la variación del tiempo de búsqueda de herramientas	92
Tabla 7.14 Costo por la variación del porcentaje de calidad de productos defectuosos.	93
Tabla 7.15 Total de ahorros generados	93
Tabla 7.16 Flujo económico del proyecto	94
Tabla 7.17 Indicadores financieros	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mesa de microinyectado.....	1
Figura 1.2 Máquina Termoformadora	1
Figura 1.3 Desorden de hojas y cajas	2
Figura 1.4 Estante de cartones	2
Figura 1.5 Principales interesados en el Negocio	3
Figura 1.6 Gráfica de tendencia de facturación de los años 2017-2019	4
Figura 1.7 Gráfica de tendencia de facturación de los años 2017-2019	4
Figura 1.8 Organigrama de la empresa	6
Figura 1.9 Gráfica de la cantidad producida del 2017-2019.....	7
Figura 1.10 Plano del primer piso de la empresa.....	8
Figura 1.11 Plano del segundo piso de la empresa	9
Figura 3.1 Obligaciones laborales por cumplir.....	23
Figura 3.2 Nuevos criterios judiciales	24
Figura 3.3 Tendencia en regulación laboral.....	24
Figura 3.4 Cadena de valor de la empresa	28
Figura 3.5 Flujograma de logística interna	30
Figura 3.6 Flujograma de producción.....	31
Figura 3.7 Flujograma de logística externa	32
Figura 3.8 Flujograma de ventas.....	33
Figura 3.9 Flujograma de planificación de producción	34
Figura 3.10 Flujograma de reclutamiento	35
Figura 3.11 Flujograma de pago al personal.....	36
Figura 3.12 Flujograma de pago a proveedores.....	37
Figura 3.13 Puntaje final en Análisis de Klein	41
Figura 4.1 Diagrama de Operaciones del producto (DOP).....	47
Figura 4.2 Comparativo Fill Rate 2019	49
Figura 4.3 On Time Delivery 2019.....	50
Figura 5.1 Mapa de flujo de valor actual	57
Figura 5.2 Mapa de flujo de valor futuro.....	58
Figura 5.3 Número de fallas de máquinas en un mes	60

Figura 5.4 Indicador MTBF (Tiempo promedio de fallas).....	60
Figura 5.5 Tiempo para reparar las máquinas en un mes	61
Figura 5.6 Tiempo para reparar las máquinas en un mes	62
Figura 5.7 Diagrama de causa y efecto.....	63
Figura 5.8 Diagrama de Pareto	65
Figura 7.1 Metodología para implementar Lean Manufacturing.....	78
Figura 7.2 Identificación de DS y LDA.....	82
Figura 7.3 Identificación de zona de riesgos de limpieza.....	82
Figura 7.4 Símbolos de EPPS en máquina	83
Figura 7.5 Botón de emergencia en máquina	83
Figura 7.6 Lección de un punto de set-up máquina empaquetadora	85
Figura 7.7 Modelo de auditoría.....	86
Figura 7.8 Criterio de calificación	87



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Mapa de flujo de valor actual.....	102
Anexo 2. Mapa de flujo de valor futuro.....	103



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo mejorar los procesos de microinyección y empaquetado de la empresa REVULMAQ S.A.C. Para lograr esto, se busca aplicar herramientas de manufactura esbelta. En el capítulo 1, se presenta la descripción de la empresa, sus principales actividades y procesos; así como también, la identificación del problema, mediante indicadores. En el capítulo 2, se plantea el objetivo general, acompañado de objetivos específicos y las justificaciones. En el capítulo 3, se realiza el análisis externo de la empresa, utilizando el análisis PESTEL; mientras que, para el análisis interno, se utilizará el FODA, y las matrices EFI y EFE. En el capítulo 4, se describe la selección del sistema o proceso de estudio, donde se detalla el proceso de microinyección y empaquetado. En el capítulo 5, se realiza el análisis del proceso de microinyección, acompañado de sus principales indicadores, para luego acompañarlo con el diagrama de espina de pescado y encontrar las causas raíz de los problemas. En el capítulo 6, se plantean las alternativas de solución. Con la ponderación y análisis de estas, se selecciona una metodología basada en la filosofía de *Lean Manufacturing*. En el capítulo 7, se realiza el planeamiento de la implementación del proyecto, que consiste en una combinación de 5Ss y mantenimiento autónomo. Se finaliza este capítulo mostrando los principales indicadores de producción y rentabilidad. Finalmente, el capítulo 8 relata las conclusiones y recomendaciones.

Palabras Clave: FODA, *Lean Manufacturing*, análisis PESTEL, 5S, Mantenimiento Autónomo

ABSTRACT

The purpose of this research work is to improve microinjection and packaging process in the REVULMAQ company through lean manufacturing tools. Chapter 1 presents the description of the company, its main activities and processes; as well as identifying the problem using indicators. In Chapter 2, the general objective is presented, accompanied by specific objectives and the justifications. In Chapter 3, the external analysis of the company is carried out using the PESTEL analysis, while the SWOT and the EFI and EFE matrices will be used for the internal analysis. Chapter 4 describes the selection of the study system or process, which details the microinjection and packaging process. In Chapter 5, the microinjection process analysis will be carried out accompanied by its main indicators, and then accompanied with the fishbone diagram and finding the root causes of the problems. In Chapter 6, the alternative solutions will be considered, with their weighing and analysis, a methodology based on the Lean Manufacturing philosophy is selected. In Chapter 7, the planning of the implementation of the project will be carried out, which consists of a combination of 5Ss and autonomous maintenance. It will be finalized showing the main production and profitability indicators. Finally, Chapter 8 recounts the conclusions and recommendations.

Keywords: SWOT, *Lean Manufacturing*, PESTEL analysis, 5S, Autonomous Maintenance

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1. Breve descripción de la empresa y reseña histórica

La empresa REVULMAQ S.A.C. es una empresa de manufactura que realiza producción de empaque de plásticos conocidos como “blíster”. Además, cuenta con más de cuatro años en el mercado. Por tal motivo, se puede decir que es una empresa en crecimiento, liderada por el emprendedor y fundador Julio Domínguez. En la figura 1.1, se muestra la mesa de microinyectado y, en la figura 1.2, se muestra la máquina de termoformado.

Figura 1.1

Mesa de microinyectado



Figura 1.2

Máquina Termoformadora



La empresa presenta algunos problemas, como el desorden de hojas y cajas (ver figura 1.3). Además, se invierte bastante tiempo en la búsqueda de documentos (ver figura 1.4).

Figura 1.3

Desorden de hojas y cajas



Figura 1.4

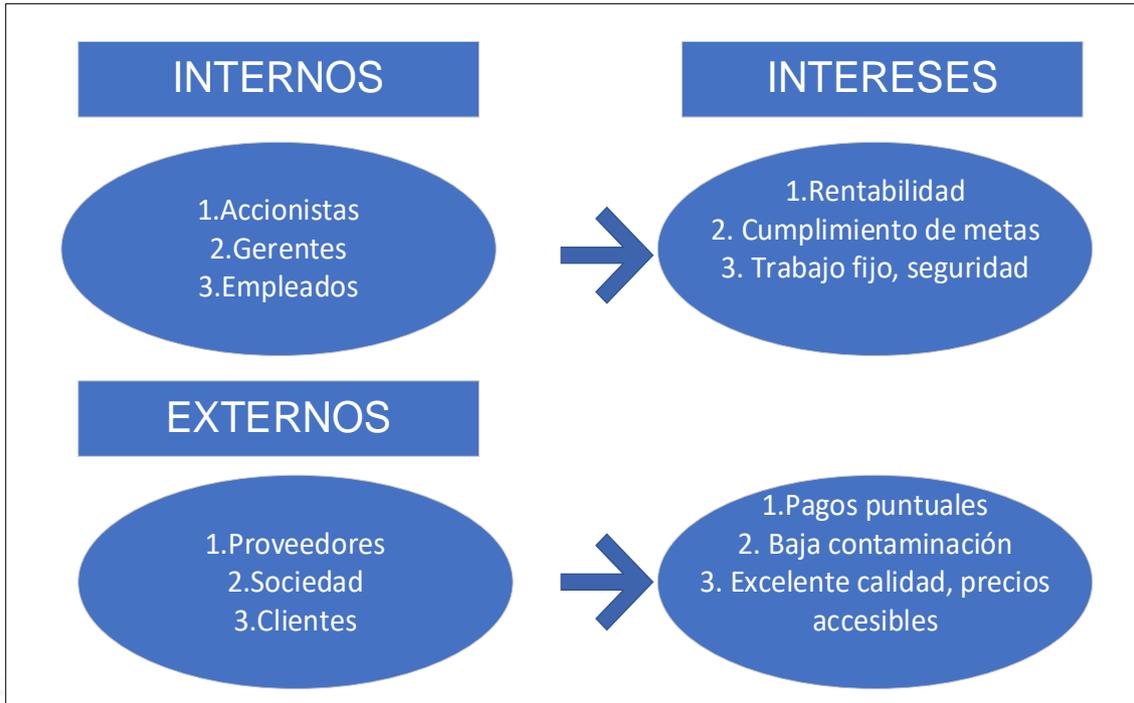
Estante de cartones



Dentro del giro del negocio, es importante conocer a los principales interesados o *stakeholders*, los cuales los podemos dividir en internos (gerentes, empleados, propietarios) y externos (proveedores, sociedades, gobierno y clientes). Tal como se puede apreciar en la figura 1.5.

Figura 1.5

Principales interesados en el Negocio



Por otro lado, en la tabla 1.1, se pueden apreciar los principales clientes de REVULMAQ S.A.C. y la facturación obtenida en el periodo comprendido entre los años 2017 y 2019. Asimismo, se puede apreciar que el cliente con mayor contribución en las ventas de los últimos tres años es la empresa Zona Franca, con 56%.

Tabla 1.1

Facturación de los años 2017-2019

CLIENTE	RUC	2017	2018	2019	TOTAL
ZONA FRANCA.PE SAC	20503065802	S/ 180 000	S/ 204 000	S/ 240 000	S/ 624 000
IMPORTACIONES LIXIN BLUE E.I.R. L	20603066805	S/ 156 000	S/ 168 000	S/ 174 000	S/ 498 000

Para poder tener una mejor visualización, se muestra, en la figura 1.6, la tendencia de crecimiento de la facturación que corresponde a ambas empresas. Por otro lado, en la figura 1.7, se muestra la gráfica de la tendencia de la facturación en los dos últimos años.

Figura 1.6

Tendencia de facturación de los años 2017-2019

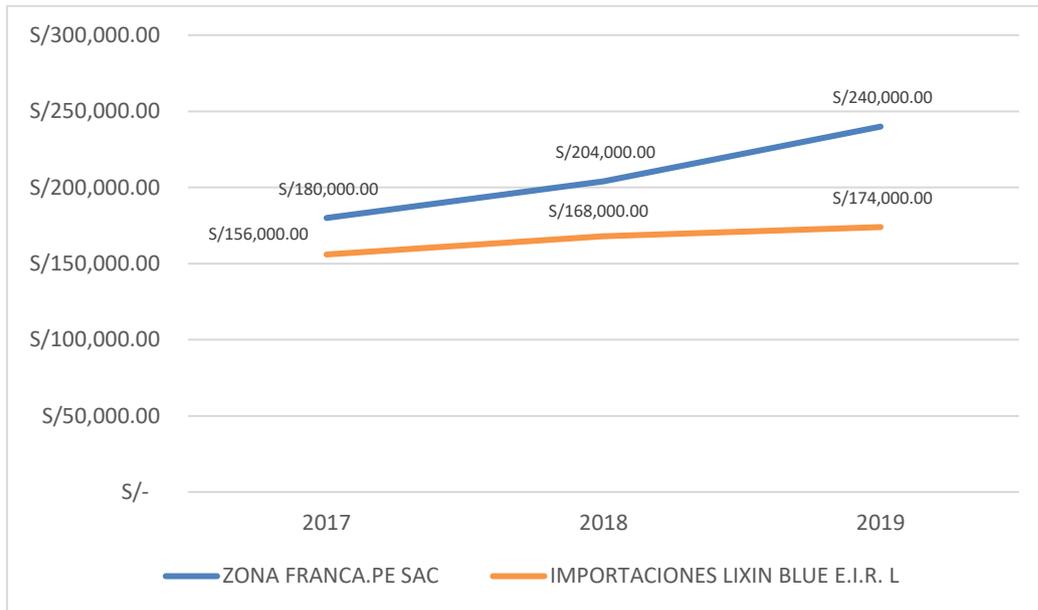
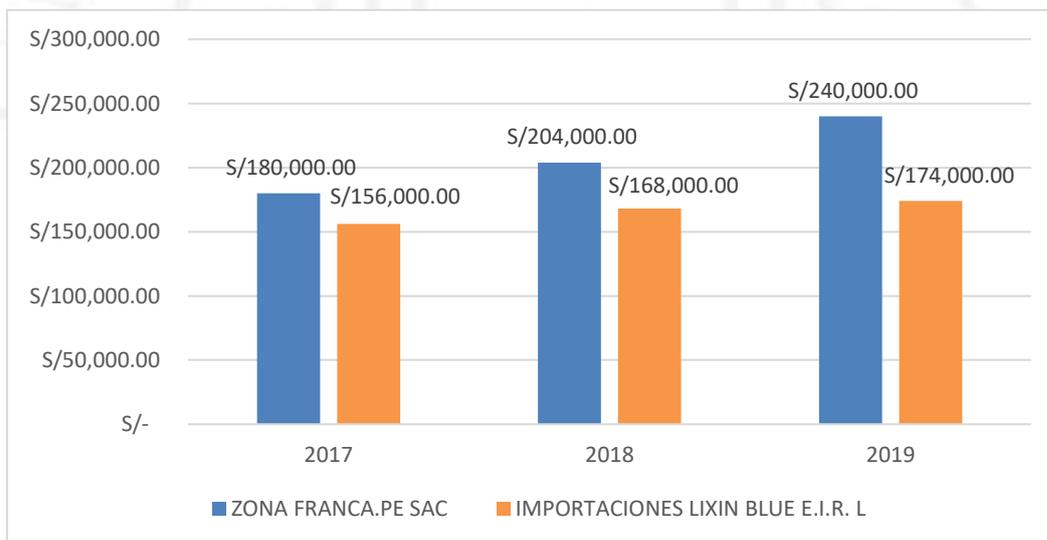


Figura 1.7

Tendencia de facturación de los años 2017-2019



Materia Prima

Actualmente, la empresa cuenta con varios proveedores de chip set, plastisol, PET y goma. En la tabla 1.2, se puede apreciar la información sobre lo que se consumió en materia prima en el periodo mencionado previamente.

Tabla 1.2*Materia prima comprada por tipo de proveedor*

PROVEEDOR	MATERIA	UNIDAD DE MEDIDA	CANT	2017	TOTAL	CANT	2018	TOTAL	CANT	2019	TOTAL
				PRECIO UNITARIO			PRECIO UNITARIO			PRECIO UNITARIO	
TYO IDEA TECHNOLGY	CHIP SET	und	144,000	S/ 2,80	S/ 403 200	144 000	S/ 2,98	S/ 429 120	144 000	S/ 3,00	S/ 432 000
MALVICOB "IMPRENTA"	COBRE	kg	100	S/ 30,00	S/ 3 000	100	S/ 30,00	S/ 3 000	100	S/ 30,00	S/ 3 000
ARTURKOL	CARTONES	und	160,000	S/ 0,12	S/ 19 200	160 000	S/ 0,13	S/ 20 000	160 000	S/ 0,13	S/ 20 000
FORTECH	PLASTISOL	kg	225	S/ 14,00	S/ 3 150	225	S/ 14,00	S/ 3 150	225	S/ 14,00	S/ 3 150
PURYQUIMICA	PET (BOBINA)	und	12	S/ 490,00	S/ 5 880	12	S/ 490,00	S/ 5 880	12	S/ 490,00	S/ 5 880
PAUL BA	GOMA	und	40	S/ 20,00	S/ 800	40	S/ 20,00	S/ 800	40	S/ 20,00	S/ 800
	SILICONA	und	6	S/ 4,30	S/ 26	6	S/ 4,30	S/ 26	6	S/ 4,30	S/ 26
FER COMP	TRANSPARENTE										
FER COMP	CINTA ADHESIVA	und	12	S/ 1,50	S/ 18	12	S/ 1,50	S/ 18	12	S/ 1,50	S/ 18
FER COMP	TRAPO BLANCO	kg	4	S/ 4,00	S/ 16	4	S/ 4,00	S/ 16	4	S/ 4,00	S/ 16
FER COMP	CINTA MASKING TAPE 2"	und	12	S/ 4,00	S/ 48	12	S/ 4,00	S/ 48	12	S/ 4,00	S/ 48

Actividad económica

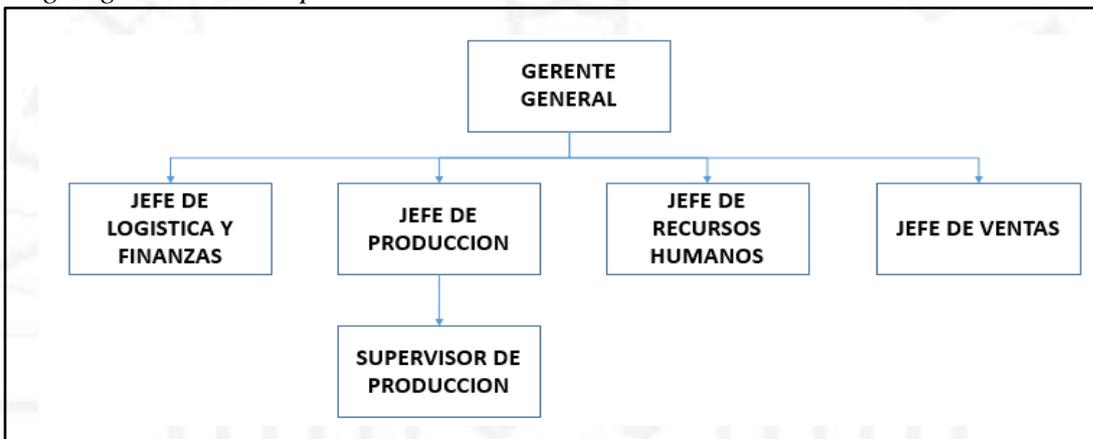
La empresa, según el CIU 2220, pertenece al rubro de fabricación de productos de plásticos. Dicha planta, ubicada en el distrito del Cercado de Lima, se encarga del micro-inyectado y empaquetado de USB de personajes de plastisol. Para finalizar, se destaca la estrategia comercial de enfoque de la referida empresa: tener a sus clientes en Mesa Redonda, la cuna de las ventas minoristas y/o mayoristas en el Perú.

Organigrama de la Empresa

En la figura 1.8, se presenta el organigrama que rige a la empresa REVULMAQ S.A.C.

Figura 1.8

Organigrama de la empresa



El gerente general es quien se encarga de la planificación estratégica de la empresa y de gestionar el uso adecuado de los recursos consumidos por la empresa. El jefe de Finanzas es el encargado de realizar una eficiente administración del capital de trabajo, de los procesos contables y presupuestos. El jefe de Logística es el encargado de gestionar la disponibilidad de los recursos para la empresa y, con ello, garantizar la calidad de su producto o servicio, a un precio accesible. A la vez, es el encargado de realizar las coordinaciones con el cliente para la entrega de los productos terminados. El jefe de Producción es el encargado de gestionar la producción y verificar que se produzca la cantidad solicitada, con la calidad esperada. Asimismo, es el encargado de distribuir eficientemente los recursos en la línea de producción. El jefe de Recursos Humanos es el encargado de la contratación del personal. También se encarga de generar un equilibrio entre la rentabilidad de la empresa y la satisfacción del colaborador. El jefe de Ventas es el encargado de definir las estrategias de marketing que más se acomoden a la empresa. Además, se encarga de gestionar las ventas con el cliente.

1.2. Descripción de los productos ofrecidos

En las tablas siguientes, se muestran los tipos de USB y la cantidad producida entre los años 2017 y 2019.

USB'S

La tabla 1.3 muestra los tipos de USB que elabora la empresa y su volumen de ventas en los últimos tres años. A continuación, se muestran aquellos productos más representativos. La figura 1.9 ilustra la cantidad producida.

Tabla 1.3

Cantidad de productos elaborados en los años 2017-2019

CODIGO	DESCRIPCION	2017	2018	2019	TOTAL
TP8	USB PERSONAJE 8GB	72 000	72 000	72 000	216 000
TP16	USB PERSONAJE 16 GB	24 000	24 000	24 000	72 000
M8	USB PERU 8 GB	36 000	36 000	36 000	108 000
M16	USB PERU 16 GB	12 000	12 000	12 000	36 000

Figura 1.9

Cantidad producida del 2017-2019



Instalaciones y medios operativos

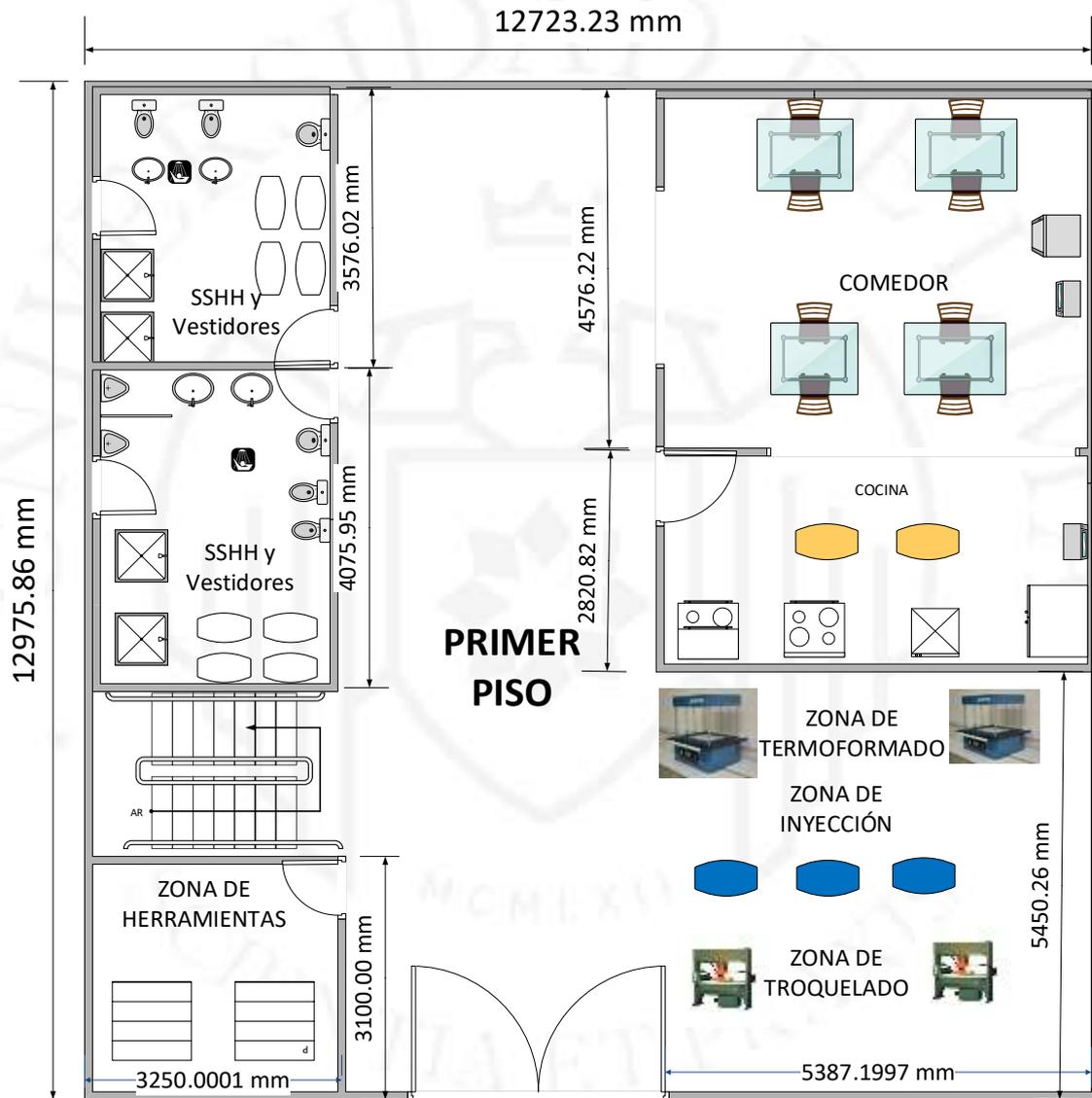
La empresa REVULMAQ S.A.C. cuenta con una planta que está dividida en cuatro áreas principales: Producción, Materia Prima, Producto Terminado y las oficinas administrativas.

Instalación principal

Se procede a mostrar una distribución de la planta de producción. Las funciones administrativas son gestionadas por el gerente general en otro establecimiento. La figura 1.10 es una referencia del primer piso de la planta.

Figura 1.10

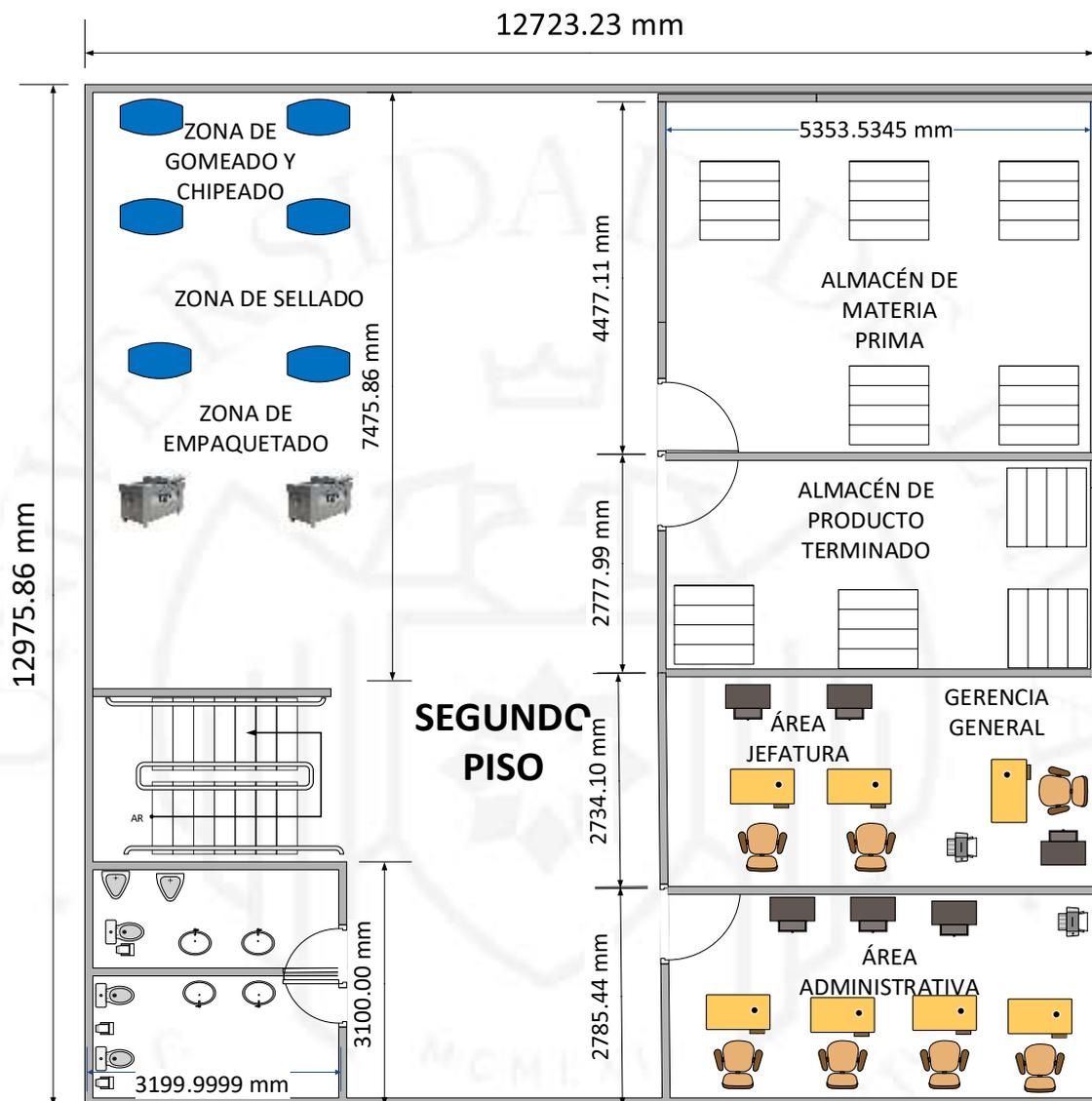
Plano del primer piso de la empresa



PLANO DE DISTRIBUCIÓN: PLANTA REVULMAQ S.A.C- PRIMER PISO			
ESCALA: 1:1	FECHA:07/04/2021	DIBUJANTE: JULIO DOMINGUEZ	ÁREA:165.09 M2

Figura 1.11

Plano del segundo piso de la empresa



PLANO DE DISTRIBUCIÓN: PLANTA REVULMAQ S.A.C- SEGUNDO PISO			
ESCALA: 1:1	FECHA:07/04/2021	DIBUJANTE: JULIO DOMINGUEZ	ÁREA:165.09 M2

Estaciones de trabajo y maquinaria

La empresa en estudio cuenta con diversas estaciones de trabajo, las cuales se muestran en la figura 1.10 y figura 1.11. En estas, se señalan y delimitan las áreas de trabajo para cada actividad de la empresa. Para un mayor detalle, se muestran los centros de trabajo en la tabla 1.4.

Tabla 1.4*Centro de Trabajo*

Proceso	Máquinas
Elaboración del molde	CNC
Extracción de aire	Olla con bomba de vacío
Microinyectado	Mesa de inyección
Prensado	Prensa Neumática
Rebarbado	Manual
Chipeado	Manual
Gomeado	Engomadora
Sellado	Prensa Neumática
Armado	Manual

Recursos Humanos

Son veinte trabajadores; seis pertenecen al Área Administrativa y dos al Área Logística. Asimismo, tiene doce personas dentro del Área de Producción: el jefe de Producción, el supervisor de Producción y diez operarios. El área de producción trabaja en un solo turno de lunes a sábado en el horario de 8 am a 5 pm, mientras que el personal administrativo trabaja de lunes a viernes a tiempo completo y solo medio día el sábado, el horario de refrigerio es de una hora para ambos.

1.3. Descripción de la problemática actual basada en indicadores

En el contexto nacional e internacional, es importante, hoy en día, mantener una ventaja competitiva respecto a otras empresas. El principal problema de la empresa es que no se cumplen los tiempos de entrega de las órdenes de producción solicitadas por el cliente. Esto se traduce en una baja satisfacción de los mismos y en posibles pérdidas de clientes. Tal como se muestra en la tabla 1.5, el incumplimiento de entregas a tiempo, entre los años 2017 y 2019, es perjudicial para la empresa, a pesar de que se cumplen los pedidos en la cantidad solicitada.

Esta empresa solo cuenta con dos plantas de producción. Una de ellas está ubicada en Ancón, cuenta con 120 metros cuadrados, y se dedica al servicio de matricería, torneado, fresado y soldadura. La segunda planta está ubicada en el Centro de Lima; cuenta con un área de 165.09 metros cuadrados, y se dedica a la elaboración de personajes de plastisol (LLAVEROS USB), por medio de micro inyección semiautomática, y al servicio de termoformado, empaquetado, troquelado y tampografía. En esta última, es donde se aplicará el trabajo de investigación. REVULMAQ S.A.C. se da abasto para poder cumplir con las demandas de sus clientes. Dependiendo de las dimensiones de dichas demandas, se prevé el uso de las maquinarias y las líneas de producción a emplear.

Tabla 1.5*Indicadores de Fill Rate y On Time Delivery*

Indicadores	2017	2018	2019
%Items Atendidos Completos (Fill rate)	100%	100%	100%
%Pedidos entregados a tiempo (On time delivery)	65%	70%	68%

Luego de realizar un análisis más exhaustivo, se puede concluir que uno de los indicadores que tiene mayor problema es el de la productividad, pues la producción real es mucho menor a la programada. Estos indicadores pueden sustentarse con la baja eficiencia respecto al uso de recursos y tiempo. Así también la baja eficacia puede traducirse en productos defectuosos (calidad). La baja eficiencia puede traducirse en la existencia de actividades que no generen valor. Lo que conduce a que los tiempos se incrementen. Además, existen tiempos de búsqueda de herramientas y equipos que se hacen largos debido al desorden, la falta de señales y controles. Esto genera que el trabajo cotidiano sea aún más complicado de lo que debería ser. Se tiene una pérdida de hasta 150 minutos diarios por búsqueda de herramientas.

Tabla 1.6*Indicadores de Tiempo de búsqueda de herramientas*

Cantidad de personas	Tiempo de búsqueda de herramientas (minutos)	Tiempo Total Diario (Min)
10	15	150

La eficacia representa la baja calidad, pues se tiene productos defectuosos que, muchas veces, no pueden repararse. Esto implica rehacer las operaciones, realizando un sobre procesamiento, lo que se traduce en más tiempo transcurrido. En la tabla 1.7, se muestra la cantidad de productos defectuosos por manchas y suciedades.

Tabla 1.7*Indicadores de productos defectuosos*

Concepto	Actual (%)	Cantidad Total	Productos Defectuosos
Defectuosos	0,012	216 000	2 592

CAPÍTULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo General

El objetivo general es diseñar un modelo de trabajo que minimice el tiempo de entrega de las órdenes del cliente, aplicando herramientas de *Lean Manufacturing* que logren mejorar los procesos de microinyección y empaquetado en la empresa.

2.1.2. Objetivos Específicos

- Aplicar los fundamentos de *Lean Manufacturing*. En concreto, las herramientas 5Ss y el Mantenimiento Autónomo, las mismas que han tenido éxito en diversas empresas de clase mundial.
- Presentar los principales procesos productivos, productos y máquinas utilizadas dentro del proceso productivo y principales indicadores.
- Identificar los principales problemas en los principales procesos (microinyección y empaquetado) que se relacionan con los siete desperdicios de la filosofía *Lean Manufacturing*.
- Realizar un análisis económico para evaluar la factibilidad del proyecto.

2.2. Alcance y Limitaciones de la investigación

2.2.1. Unidad de análisis

La unidad de análisis es la producción de USB, que comprende los procesos de inyectado y empaquetado.

2.2.2. Población

La población serán los clientes ubicados en Lima. Atenderemos, específicamente, el aspecto de sus pedidos.

2.2.3. Espacio

La empresa REVULMAQ S.A.C está situada en la ciudad de Lima. La investigación comprende todas las áreas de producción. En dichas áreas, se aplicarán las herramientas de mantenimiento autónomo (pilar del TPM), compuestas por los siguientes procesos:

- Micro Inyectado
- Empaquetado

2.2.4. Tiempo

Se realizó el análisis durante el año 2019.

2.3. Justificación

2.3.1. Justificación técnica

La justificación técnica se basa en la filosofía de *Lean Manufacturing*, la cual, según Bhamu y Sangwan (2014), tiene como finalidad transmutar una organización a ser soberanamente receptiva a la demanda del cliente, por medio de la eliminación de los desperdicios; es decir, buscar mejorar su productividad. Para la presente investigación se aplicarán conceptos y herramientas como:

El VSM, o mapa de flujo de valor, su objetivo es mapear las actividades que tienen y que no tienen valor, los cuales son imprescindibles para tener un flujo de una familia de productos desde materia prima a producto terminado, se busca identificar oportunidades de mejora por medio de términos de Lean Production para después graficar un posible estado futuro y lanzar proyectos de mejora. (Serrano, 2007)

Asimismo, se utilizarán las 5S, una técnica utilizada para la mejora de condiciones de trabajo de la empresa a través de una buena organización, orden y limpieza de un puesto de trabajo (Curillo et al., 2018). Otra herramienta utilizada es la del TPM, cuyas siglas en español significan Mantenimiento Productivo Total. Esta técnica parte del pilar del Mantenimiento Autónomo, donde los operadores participan en la restauración de ocho pilares principales, cada uno configurado para lograr un objetivo "cero" (Jain et al., 2012).

Por último, la aplicación se sustenta con la teórica del análisis de los proyectos de inversión, pues se utilizarán indicadores de rentabilidad, como VAN, TIR y Pay Back. En conclusión, dentro de los procesos de inyección y empaquetado, se aplican las técnicas 5S y Mantenimiento Autónomo, así como el sustento del mismo, con el análisis de indicadores financieros.

2.3.2. Justificación económica

El proyecto implementado tendrá como justificación económica a los indicadores de la tasa interna de retorno (TIR), que deberá ser mayor al Costo de Oportunidad de los accionistas (COK). Dichas cifras, para el presente caso, corresponden al 28% y 15%, respectivamente. También se espera tener una VAN positiva, mayor a 0. Esta es de S/ 3 687. Además, se cuenta con un periodo de recuperación de cuatro años. Todos estos indicadores demuestran que el proyecto se justifica de forma económica. Asimismo, la presente investigación se puede respaldar con algunos autores, quienes aplicaron *Lean Manufacturing* en sus respectivas industrias.

Por ejemplo, Mejía (2019, p.10) aplica herramientas de manufactura esbelta en una línea de confecciones. Obtiene un valor presente neto (VAN) de S/ 4 543 y una tasa interna de retorno (TIR) de 36%. Esto se compara con una tasa de rentabilidad del accionista (COK) de 20%. Con ello, se demuestra que el proyecto es rentable.

Otra evidencia es el proyecto de investigación realizado por Mendoza (2018, p.78), donde también se aplican herramientas de manufactura esbelta en los procesos de graneles en silos. Él obtiene un valor presente neto (VAN) de S/ 44 484,75 y una tasa interna de retorno (TIR) de 24%. Esto se compara con una tasa de rentabilidad del accionista (COK) de 15%, lo que demuestra que el proyecto es rentable.

La tercera evidencia se encuentra en el proyecto de investigación realizado por Sascó (2019, p.97), donde también se aplican herramientas de manufactura esbelta en la línea de acabados de construcción en una empresa fabricante de productos plásticos. Aquí, se obtiene un valor presente neto (VAN) de S/ 25 427,42 y una tasa interna de retorno (TIR) de 85%, lo que se compara con una tasa de rentabilidad del accionista (COK) de 20%. Esto demuestra que el proyecto es rentable.

2.3.3. Justificación social

Según Chauhan y Singh (2012), la manufactura esbelta, con frecuencia, disminuye el tiempo entre la orden del cliente y su entrega. Está diseñada para mejorar la rentabilidad, aumentar el nivel de servicio, y mejorar el tiempo de procesamiento y la motivación de los empleados.

De aquí, se infiere que el trabajar en un ambiente laboral más ordenado y limpio aumentará la productividad de los colaboradores. Además, se sentirán motivados por ser parte de un proyecto eficiente. Por otro lado, el giro del negocio implica tener personas trabajando. Esto abre la oportunidad de generar empleo en la sociedad. En conclusión, se brindará trabajo a más personas, luego se les capacitará para desempeñar su labor y se velará para que tengan estabilidad económica.

2.3.4. Justificación ambiental

Los términos “desperdicios” y “mudas”, en la manufactura esbelta, se refieren a cualquier actividad que consume recursos pero que agrega valor al producto. A través de la eliminación de las mudas explicadas a continuación, se busca incrementar el trabajo que añade valor (Chauhan & Singh, 2012). Como se expone, la aplicación de manufactura esbelta buscará la reducción de desperdicios, como mermas, productos dados de baja por la calidad, los mismos que contaminan el medio ambiente. Del mismo modo, una falla de máquina o una posible explosión podría ocasionar contaminación. Sin embargo, los planes de limpieza y mantenimiento evitarán este tipo de accidentes.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE ENTORNO

3.1. Análisis externo de la empresa

3.1.1. Análisis del sector, utilizando las cinco fuerzas de Porter

Poder de Negociación de los Proveedores

El negocio compra a diversos proveedores de China. Puede elegir al que mejor le convenga en términos de costo, calidad y tiempo de entrega. Algunos criterios para su elección son el menor precio y el plazo de tiempo más corto, pues se optará por el que pueda suministrar el producto en menos de una semana. También se evalúa la calidad del producto y la garantía que pueda brindar. En conclusión, al ser bajo el poder de negociación de los proveedores y tener diversas opciones donde comprar los productos, el negocio es atractivo, pues no se depende de un solo proveedor.

Poder de Negociación de los Clientes

El poder de negociación de los clientes es bajo, pues en este rubro existe un precio fijo. Este ya se encuentra determinado. Los clientes ubicados en Mesa Redonda y el Centro Comercial Malvinas no pueden influir en el precio. Los principales competidores, Tech. S.A, USB Right Now S.A y Microchip S.R.L, ofrecen los mismos productos a los mismos precios.

En conclusión, al ser bajo el poder de negociación de los clientes, ellos tienen pocos proveedores de donde comprar y, debido a que todos manejan un precio estándar, no existe influencia en el precio.

Amenaza de nuevos entrantes o competidores potenciales

La amenaza de nuevos entrantes o competidores potenciales es baja, debido a que existen barreras de entrada. Además, para entrar al mercado es necesario tener conocimientos de importación y el TLC con China y del capital de inversión necesario para maquinarias, equipos y la planta industrial, actualmente.

Por otro lado, debido a la coyuntura del COVID19, pocas empresas se atreverán a trabajar con empresas asiáticas, al menos este año y, quizá, el siguiente. En conclusión, la amenaza de nuevos entrantes es baja, pues no cualquier competidor puede entrar rápida y fácilmente al mercado.

Amenaza de productos sustitutos

La amenaza de productos sustitutos es media, pues existen alternativas de unidades de almacenamiento en la nube, incluso gratuitas, como Dropbox, Google Drive y Icloud. Para este último, necesitas tener un dispositivo Apple, que cuestan mucho dinero. Pero, a pesar de las ya mencionadas amenazas, el uso de los USB portátiles en el país todavía es significativo.

En conclusión, la amenaza de productos sustitutos es media, pues existen alternativas de almacenamiento en la nube. Sin embargo, a pesar de que muchas son gratuitas, el uso en el país todavía no está muy difundido.

Rivalidad entre competidores existentes

La rivalidad entre competidores existentes es media. Pues, existen cuatro competidores grandes y cada uno tiene una similitud de participación del mercado. Entre las tres empresas principales, cada una tiene alrededor del 30%, y el 10% restante se distribuye en pequeñas empresas. Existe una gran similitud de precios y calidad. Por ello, no existe un factor diferenciador de momento que pudiese romper o cambiar el mercado. En conclusión, la rivalidad entre competidores es media, pues existen competidores que ofrecen lo mismo en términos de calidad y precio.

Entonces, se puede concluir, sobre las cinco fuerzas de Porter, los siguientes datos:

- Poder de negociación de los proveedores: baja
- Poder de negociación de los clientes: baja
- Poder de negociación de productos sustitutos: medio
- Amenaza de nuevos entrantes: baja

- Rivalidad entre competidores existentes: medio

La evaluación final del análisis es que son tres fuerzas bajas y dos medias. Asimismo, se podría considerar que el ingreso a la industria es atractivo a nivel global.

3.1.2. Análisis PESTEL

Análisis Político

A fines del año 2019, en el país, se esperaba que se mantenga la política de gobierno de ese momento, con aplicaciones de reformas rápidas que optimicen las expectativas e incrementen la credibilidad en los sectores (Confiep, 2020). De esta manera, se encaminaría hacia una democracia reforzada que conserve un ambiente propicio para las inversiones.

El pasado 15 de marzo del presente año, 2020, el presidente de la República, Martín Vizcarra, decretó un estado de emergencia nacional por quince días, en atención al brote del COVID-19. El decreto supremo que lo contiene es el 044-2020-PCM. En líneas generales, esta medida supone la suspensión o restricción de los derechos constitucionales relativos a la libertad personal, la libertad de tránsito, la inviolabilidad de domicilio y la libertad de reunión. En este artículo, se hará un breve análisis de la regulación de los estados de emergencia para luego sintetizar la declaratoria de emergencia dada por el presidente de la República.

Análisis Económico

Expansión económica:

Según publicaciones en el diario Gestión (“Analistas económicos elevan expectativas de crecimiento del PBI para el 2020”, 2020), las pequeñas y medianas empresas representan un 96.5% del total de empresas en el país. En la actualidad, el comercio electrónico y las facilidades de crédito han aportado a su rápido crecimiento. Asimismo, asevera que los investigadores económicos enaltecieron sus perspectivas macroeconómicas en razón del crecimiento del Producto Bruto Interno (PBI) para este año 2020, en relación con el último reporte del Banco Central de Reserva (BCR).

De acuerdo con la Encuesta de Expectativas Macroeconómicas al 31 de diciembre de 2019 elaborada por el Banco Central de Reserva del Perú, “se tiene que los investigadores económicos valoraron que la economía crecerá un 3.2% en el 2020, estimación superior al 3% que se indicó en la encuesta realizada al 31 de octubre de 2019” (Banco Central de Reserva del Perú, 2020, p.1).

Según el diario La República (“BCR: Intereses en créditos hipotecarios bajan por reducción de la tasa de referencia”, 2020), en la actualidad, el panorama es diverso, pues el impacto del coronavirus sobre la actividad económica y la vida diaria de los peruanos es y seguirá siendo tremendamente disruptiva. Se requieren políticas públicas igualmente disruptivas para evitar muchas víctimas y que la economía entre en una profunda y prolongada recesión.

Económicamente, las medidas drásticas de supresión generan efectos negativos enormes en el corto plazo. Pero es importante entender que es la única manera de reducir impactos aún mayores en el futuro, tanto sanitarios como económicos. Para ilustrarlo, se simplifica el análisis a dos posibles escenarios, opuestos entre sí, pero extremos. En el primero, las medidas adoptadas en el Perú y en otros países resultan exitosas respecto a la supresión de la propagación en las siguientes semanas. Así también, se evitan nuevos brotes, hasta encontrar una vacuna. Ello implicaría una contracción muy severa de la economía en el corto plazo, seguida de una recuperación relativamente rápida y significativa. En el segundo, no se logra suprimir el virus y/o aparecen rebrotes reiterados en un contexto de ausencia de vacunas que obliga a tomar nuevas medidas sucesivas de supresión durante varios meses más. En este último caso, el mundo no solo enfrentaría una contracción significativa, sino prolongada.

Tasa de Referencia

Según el diario La República (“BCR: Intereses en créditos hipotecarios bajan por reducción de la tasa de referencia”, 2020) menciona que “durante el año anterior, el sector hipotecario mostró mínimos históricos de tasas de interés que estuvieron inducidas por la disminución de las tasas de interés de referencia. Esto lo informó el Banco Central de Reserva (BCR) durante la presentación del Programa Monetario enero 2020”.

El otro efecto mencionado es que influye en el mercado de crédito hipotecario, con la menor tasa de interés y una mayor participación del Fondo Mivivienda. Por otro lado, en marzo del 2020, el panorama es muy distinto, pues el directorio del Banco Central de Reserva del Perú decidió reducir la tasa de interés de referencia en 100 puntos básicos, pasando del 2.25% al 1.25%. Esta decisión se tomó en base a que la pandemia del coronavirus afecta la actividad económica del país, a través de un choque de oferta y la reducción de la demanda interna.

Inflación

Según estudios las empresas no financieras mantuvieron su proyección en 2,5% hacia el 2020. (“Perú: expectativas de inflación a 12 meses bajan a 2.3% en junio”, 2020) Actualmente, el Banco Central de Reserva del Perú [BCRP] (2020) alertó que “todavía no ha terminado el impacto global del coronavirus” (p. 12). En ese contexto, el ente emisor estima que la inflación se ubicará en un 2% con sesgo a la baja, debido a un menor crecimiento de la demanda interna, que explica el 70% del PBI para ese año, influenciado por un menor consumo privado.

Tipo de cambio

Para RPP (2020), el precio del tipo de cambio terminaría el 2020 con una tendencia al alza, cotizado en 3.38 soles por dólar. En lo que va del año 2019, el billete verde acumula una caída de 1.45% respecto al avance de 4.05% del 2018, de acuerdo al Banco Central de Reserva en el año 2020. Al 04 de noviembre del 2020, el tipo de cambio del dólar, en el mercado informal de Lima, opera en 3.59 soles, para la compra, y a 3.62 soles, para la venta.

Tributarios

Según el Portal Emprendedores (2019), algunos beneficios con los que cuentan las MYPES, es su fácil asociación para tener mayor acceso al mercado privado y compras estatales, facilidades que brinda el Estado para que asistan a eventos feriales, mecanismos sencillos para exportaciones y participación para licitar con el Estado.

Tratado de Libre Comercio (TLC)

Según el diario La República (“BCR: ¿Cuántos acuerdos comerciales mantiene Perú y cuántos están por venir?.”, 2020), el comercio bilateral Perú – Asia es el primordial origen de los negocios de la nación. Pues, equivale casi el 40% del comercio exterior. En el primer semestre de 2017, el comercio bilateral progresó en más de 28%. En base a ello, se pronosticó la superación de los 30 mil millones de dólares hacia fin de año. A fines de marzo del 2020, con la finalidad de asegurar la atención de pacientes ante la propagación del nuevo coronavirus en el Perú, entró en vigencia la disposición del Gobierno para reducir a 0% la tasa arancelaria *advalorem* CUF a la importación de 65 subpartidas, correspondientes a medicamentos, insumos e implementos médicos, entre otros.

Análisis Social

Según el diario El Comercio (“¿En qué sector trabaja la PEA ocupada y qué nivel educativo tiene?”, 2020), en el trimestre que va de junio a agosto del 2019, en Lima Metropolitana, se tuvo una población económicamente activa (PEA) que alcanzó los 7,8 millones de personas. Del total de la PEA, el número de personas con empleo, la PEA ocupada, creció en un 0,2%, en comparación con el mismo periodo en el 2018, señaló el Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2020) en su informe sobre la situación del mercado laboral en Lima Metropolitana.

Según la Organización Mundial de Salud [OMS], (2020), se notificaron a la OMS diferentes casos de neumonía en Wuhan, una ciudad situada en la provincia china de Hubei. Se sabía de un virus distinto a los conocidos. Este hecho se torna alarmante, pues no se sabe de qué manera los nuevos virus logran afectar a los individuos.

Desde entonces, la OMS ha estado trabajando conjuntamente con las autoridades chinas y expertos de todo el mundo para lograr más información sobre el virus, sus efectos sobre las personas infectadas, su tratamiento y las medidas que consiguen acoger para que los países puedan enfrentarlo.

Análisis Tecnológico

Según el portal CioPerú (2020), la transformación digital ha elevado la categoría de la red, especialmente en la orilla, donde los clientes, empleados, aplicaciones en la nube y

dispositivos deben estar a la vanguardia. El legado de la red estática no diferenciada, de los últimos años, ya no basta. En consecuencia, a medida que las compañías ingresan en planes de transformación digital, deben desarrollar sus redes.

Las aplicaciones se han rediseñado, y están migrando a las nubes públicas y privadas. Paralelamente, las aplicaciones ahora estriban en servicios colocados en las nubes. Estos servicios en la nube se encuentran incorporados en la red, la misma que debe estar siempre disponible. Debido a que cualquier interrupción en la red implicaría que las aplicaciones no funcionen como se espera.

Según el portal Noticias de la Ciencia (“Utilidad del pen drive en la actualidad”, 2020), a pesar de la aparición de sistemas *backup* en la nube, como Google Drive, Dropbox, Sync.com, el *pen drive* sigue teniendo vigencia. Muchos usuarios no olvidan su *pen drive* personalizado de 32gb cuando van al trabajo o a la universidad, pues conocen bien los beneficios de estos accesorios tecnológicos.

Dentro del mundo digital actual, la sociedad ha dejado atrás los libros y alquileres de películas para pasar a actividades más tecnológicas, como los libros electrónicos o las películas en plataformas *online*. Todo ha cambiado y muchas de las cosas que hacíamos hace unos años han quedado en el olvido. No obstante, hay algo que nunca olvidamos: la memoria USB.

También conocido como memoria externa o *pen drive*, este pequeño aparatito es capaz de almacenar Gb de memoria. Sin embargo, esto no fue así al principio. En el año 2000, se comenzó la comercialización de estos dispositivos que tenían un almacenamiento de 64 kb. Hoy, esa cantidad es irrisoria cuando la comparamos con los 1024MB que nos ofrecen como mínimo.

Este aparato se convirtió en una solución para los usuarios de tecnología al momento de transportar información. Pues, podían llevar consigo una gran cantidad de información, sin tener que llevar una mochila llena de libros o documentos. Esta se convirtió en la forma más cómoda de transportar información. Por ello, logran desplazar a los discos duros móviles que, en muchas ocasiones, estorban en nuestro bolso.

Asimismo, para almacenar información en una memoria, no se necesita de un software de grabación como sucede con los CD's; solo se conecta la memoria y se espera a que la PC o MAC la reconozcan para poder utilizarla: añadiendo, modificando o eliminando archivos

Análisis Legal

Según Consulting Perú (2020), el empleador de entre 1-20 trabajadores, como es el caso, tiene alrededor de 281 obligaciones laborales. Esto genera un proceso que no hay que pasar por alto. El detalle de las obligaciones laborales por cumplir se muestra en la figura 3.1

Figura 3.1

Obligaciones laborales por cumplir

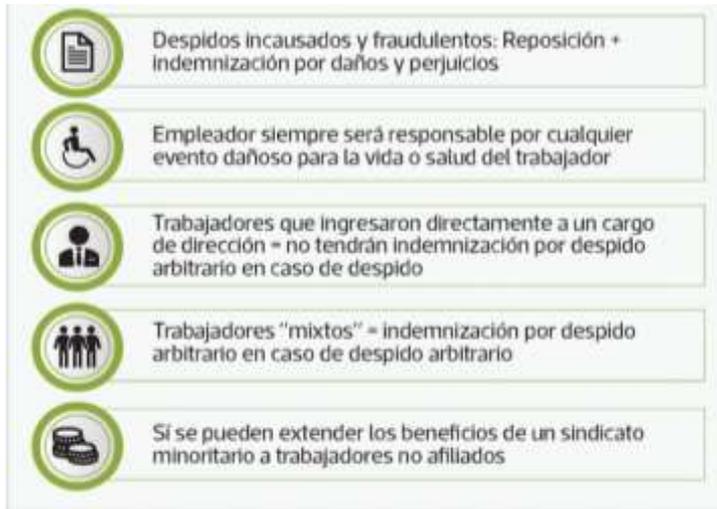


Nota. Incluye Lima metropolitana y el resto del país, de las obligaciones laborales que se deben cumplir en el trabajo, 2016-2019. De *Obligaciones laborales: lo que se viene para el 2020*, por Consulting, 2019 (<https://consultingperu.com.pe/obligaciones-laborales-lo-que-se-viene-para-el-2020/>)

Por otro lado, dentro de los nuevos criterios judiciales, se cuentan los despidos incausados, la responsabilidad del empleador por algún daño de su colaborador, entre otros. Estos nuevos criterios judiciales se muestran a detalle en la figura 3.2.

Figura 3.2

Nuevos criterios judiciales

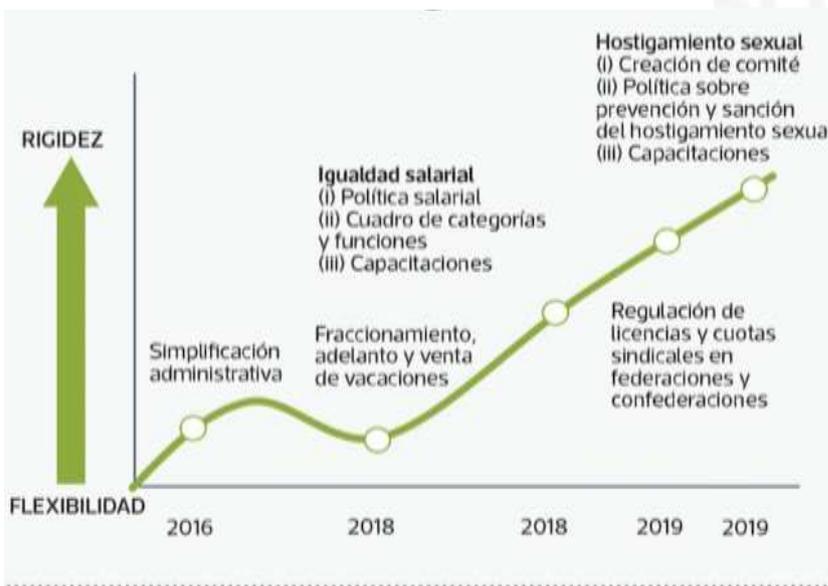


Nota. Incluye Lima metropolitana y resto del país, de los nuevos criterios judiciales en el trabajo, 2016-2019, De *Obligaciones laborales: lo que se viene para el 2020*, por Consulting, 2019 (<https://consultingperu.com.pe/obligaciones-laborales-lo-que-se-viene-para-el-2020/>)

Finalmente, la tendencia en la regulación laboral al 2019 muestra que existe mayor rigidez en términos de hostigamiento sexual, y regulación de licencias y cuotas sindicales y federales. Esta tendencia en regulación laboral se muestra en la figura 3.3.

Figura 12

Tendencia en regulación laboral



Nota. Incluye Lima metropolitana y resto del país, de la tendencia en la regulación laboral, 2016-2019. De *Obligaciones laborales: lo que se viene para el 2020*, por Consulting, 2019 (<https://consultingperu.com.pe/obligaciones-laborales-lo-que-se-viene-para-el-2020/>)

3.1.3. Identificación de Oportunidades y Amenazas del Entorno

Oportunidades

- El actual desempleo en el país, representa una mayor oportunidad para contratar personal competente y a un salario no tan elevado.
- Las facilidades de crédito que otorgan los bancos, cada vez con menos tasas de interés, hace que el apalancamiento de la empresa sea una buena opción.
- Existen beneficios tributarios, como no presentar registros contables, efectuar pagos únicos mensuales y no estar obligados a presentar declaraciones mensuales ni anuales.
- El Tratado de Libre Comercio con China permite la concesión de preferencias arancelarias mutuas y la reducción de barreras no arancelarias al comercio de bienes y servicios.
- La expansión económica hace que el Perú sea un país atractivo para la inversión y para el sector empresarial.
- El incremento de la Población Económica Activa permite tener un mayor universo de posibles personas a emplear en el negocio.

Amenazas

- El almacenamiento en la nube representa una amenaza, pues las unidades de almacenamiento cada vez pierden más posición en el mercado.
- Se requiere una inversión constante en tecnología debido a que esta avanza a pasos agigantados, lo que implica que las compañías necesariamente tengan que evolucionar de forma acelerada, este presupuesto podría aumentar drásticamente sobrepasando la capacidad de inversión de la empresa.
- El nuevo coronavirus, originado en China, hace que las negociaciones con dicho país y, por ende, las importaciones se vuelvan más difíciles. Por ello, representa una amenaza para el negocio.

- La coyuntura actual, de nuevos congresistas, provoca una incertidumbre en la población. Esto implica una necesidad de estar a la vanguardia y avanzar con cautela, en términos de inversión y negocios.

3.1.4. Elaboración de matriz EFE

En la siguiente tabla, se presenta la evaluación de factores externos sobre las oportunidades y amenaza:

Tabla 3.1

Matriz EFE

FACTORES	Peso	Calificación	Total
Oportunidades			
Profesionales competentes desempleados	0.15	4	0.6
Facilidades de crédito	0.13	4	0.52
Beneficios tributarios	0.1	3	0.3
Tratado de Libre Comercio	0.08	4	0.32
Incremento de la PEA	0.07	3	0.21
Amenazas			
Almacenamiento en la Nube	0.14	4	0.56
Inversión acelerada en tecnología	0.12	3	0.36
Brote del coronavirus en China	0.1	2	0.2
Cumplimiento de obligaciones legales	0.06	3	0.18
Incertidumbre Política del Gobierno	0.05	1	0.05
			3.3

De acuerdo con la matriz EFE, el total obtenido es 3.3. Este puntaje es bueno e implica que la empresa puede responder bien, aprovechando sus oportunidades y evitando el daño que podrían causar las amenazas.

3.2. Análisis interno de la empresa

3.2.1. Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales

Visión

Ser la empresa líder en comercialización de productos tecnológicos de marcas reconocidas y emergentes, estar comprometidos en ayudar a la prosperidad de nuestros clientes y en permanente detección de oportunidades, priorizando la excelencia y la experiencia del cliente.

Misión

Cubrir, de forma eficiente y eficaz, las necesidades informáticas de nuestros clientes. Para ello, se buscará ser un proveedor rentable, ofreciendo una alta capacidad de respuesta y suministrando los productos en la cantidad y tiempo que se soliciten. El servicio de esta empresa prioriza al cliente antes que a todo.

Objetivos Organizacionales

Objetivos a corto plazo:

La empresa está invirtiendo en investigación de nuevas tecnologías para ofrecer otra línea de negocios. Pues, el rubro donde se encuentra tiene una volatilidad alta y exige estar a la vanguardia.

Objetivos a largo plazo:

Consolidarse en el mercado como la empresa líder en suministros tecnológicos. Para ello, se buscará fortalecer las alianzas con los proveedores para ofrecer precios más accesibles a sus clientes.

3.2.2. Análisis de la cadena de valor de la empresa

Figura 3.4

Cadena de valor de la empresa



La gestión logística incluye la búsqueda y selección de proveedores (esporádico), y la investigación de comercio internacional, normativa de importaciones, entre otros elementos a investigar.

Actividades Primarias:

La logística interna es la encargada de realizar la compra, tanto a proveedores nacionales como internacionales. Asimismo, realiza y coordina las cotizaciones para su aprobación por el jefe de Logística. Cuando se tiene la aprobación, se realiza la compra y se espera a que lleguen los productos a la empresa. Finalmente, cuando son recibidos, se procede a almacenarlos hasta que se requiera en producción (ver figura 3.5).

Por otro lado, la producción contempla los procesos de inyección (realizar el molde del muñeco que se requiere), el ensamble del USB y, finalmente, el empaquetado del producto (ver figura 3.6). Posteriormente, una vez que el producto está empaquetado, la logística externa se encarga de colocarlo en el almacén de productos terminados para, luego, coordinar con las unidades de transporte (si el cliente lo solicita) y llevar los productos a las instalaciones del cliente. En caso de que el cliente tenga movilidad propia,

se omite el proceso anterior (ver figura 3.7). Finalmente, las ventas abarcan la búsqueda de clientes potenciales, la recepción de pedidos y la transacción de la venta de los productos solicitados (ver figura 3.8).

Actividades de apoyo:

La infraestructura de la empresa hace referencia a las actividades o procesos que prestan apoyo a la empresa, como la planificación de producción (ver figura 3.9). Por otro lado, la gestión del talento humano se realiza de forma esporádica, y contempla la búsqueda del personal, la realización de entrevistas y selección del candidato. También incluye los planes de capacitación, los incentivos y las dinámicas de motivación para el personal, y los pagos a los trabajadores (ver figura 3.10).

Así también, el desarrollo y soporte tecnológico hace referencia al mantenimiento de los equipos informáticos, así como creación de reportes para producción o almacén. Del mismo modo, la gestión de finanzas incluye el pago a proveedores y el cobro a clientes (ver figuras 3.11 y 3.12). Finalmente, se lleva a cabo un mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria de la empresa, así como la gestión de los proveedores y compra de insumo de herramientas de mantenimiento.

Selección al proceso a mejorar

Para determinar la selección del proceso a mejorar, se entrevistó al gerente general, al jefe de Producción, al jefe de Logística, al jefe de Finanzas, al jefe de Recursos Humanos y al jefe de Ventas, debido a que todos son responsables de los procesos valorados. El siguiente análisis demostrará el o los procesos que obtengan una menor puntuación. Esto se llevará a cabo gracias al Análisis Factorial de Alfred W. Klein, donde se evaluarán las principales actividades de cada área. Para utilizar el Análisis Factorial de Klein, se determinaron tres criterios de evaluación: cuatro para la calificación “muy adecuado”, dos para la calificación “adecuado” y uno para la calificación “poco adecuado”.

Figura 3.5

Flujograma de logística interna

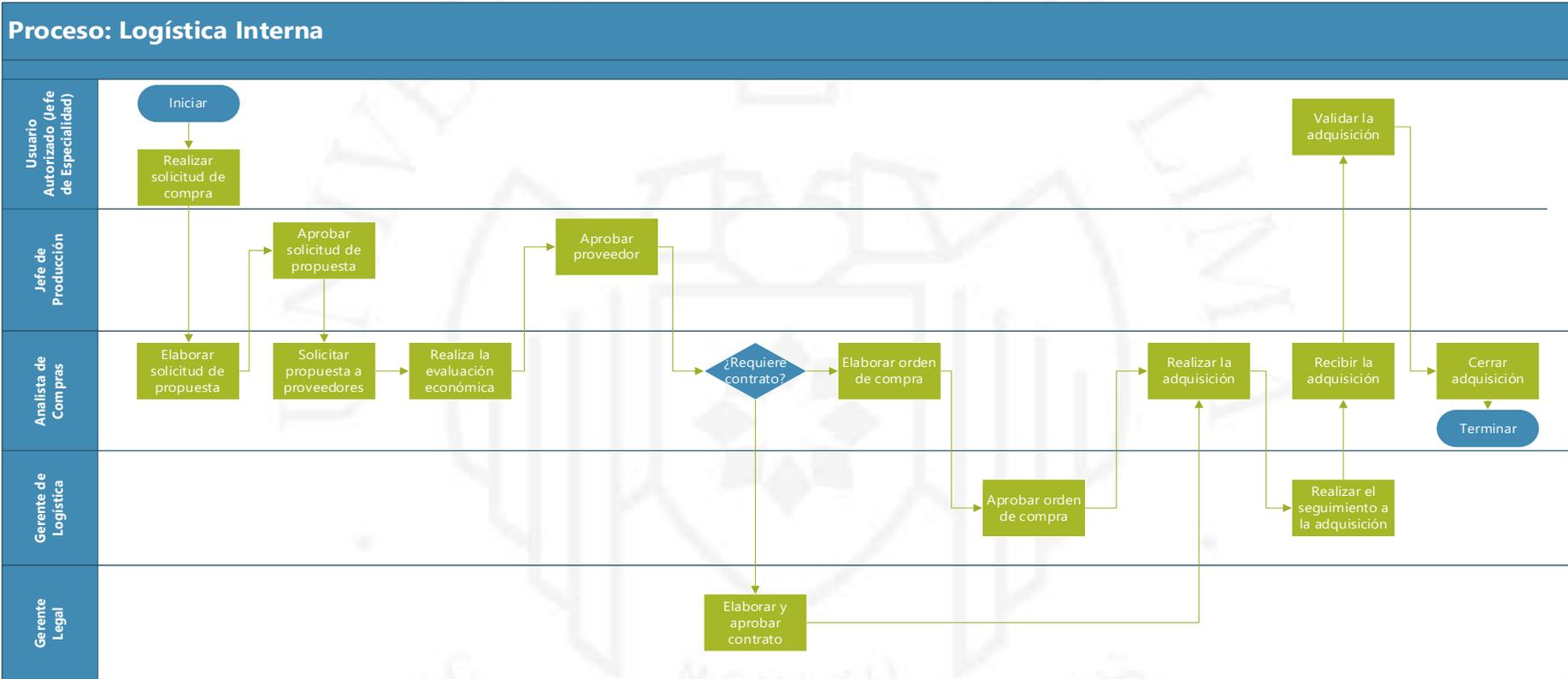


Figura 3.6

Flujograma de producción

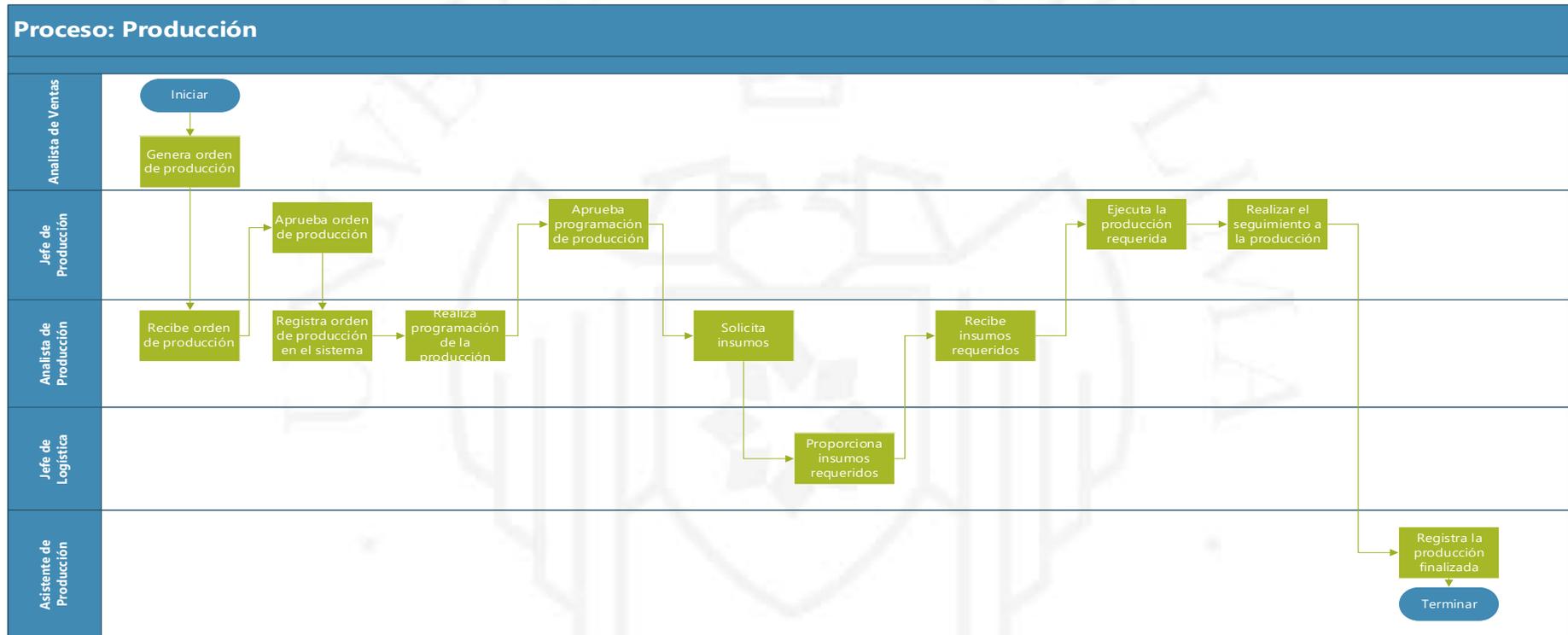


Figura 3.7

Flujograma de logística externa

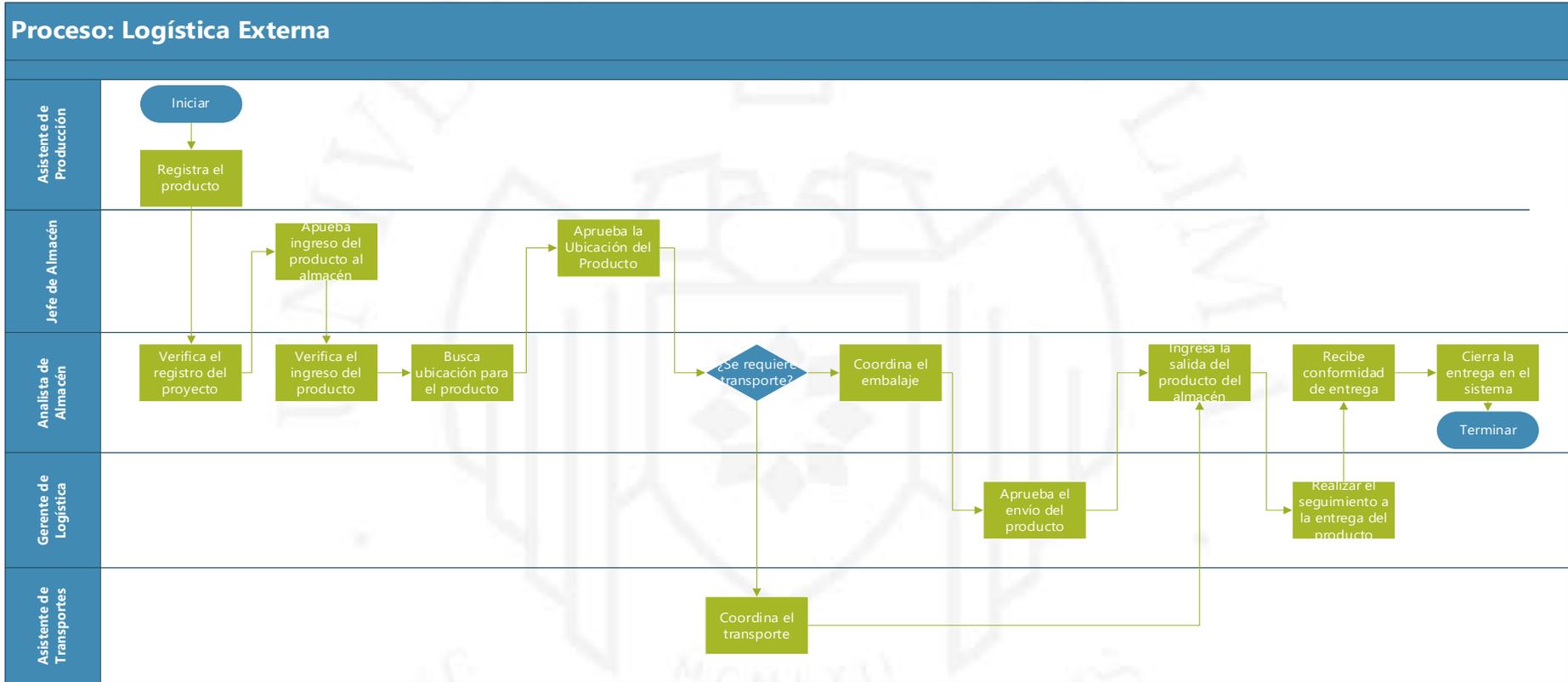


Figura 3.8

Flujograma de ventas

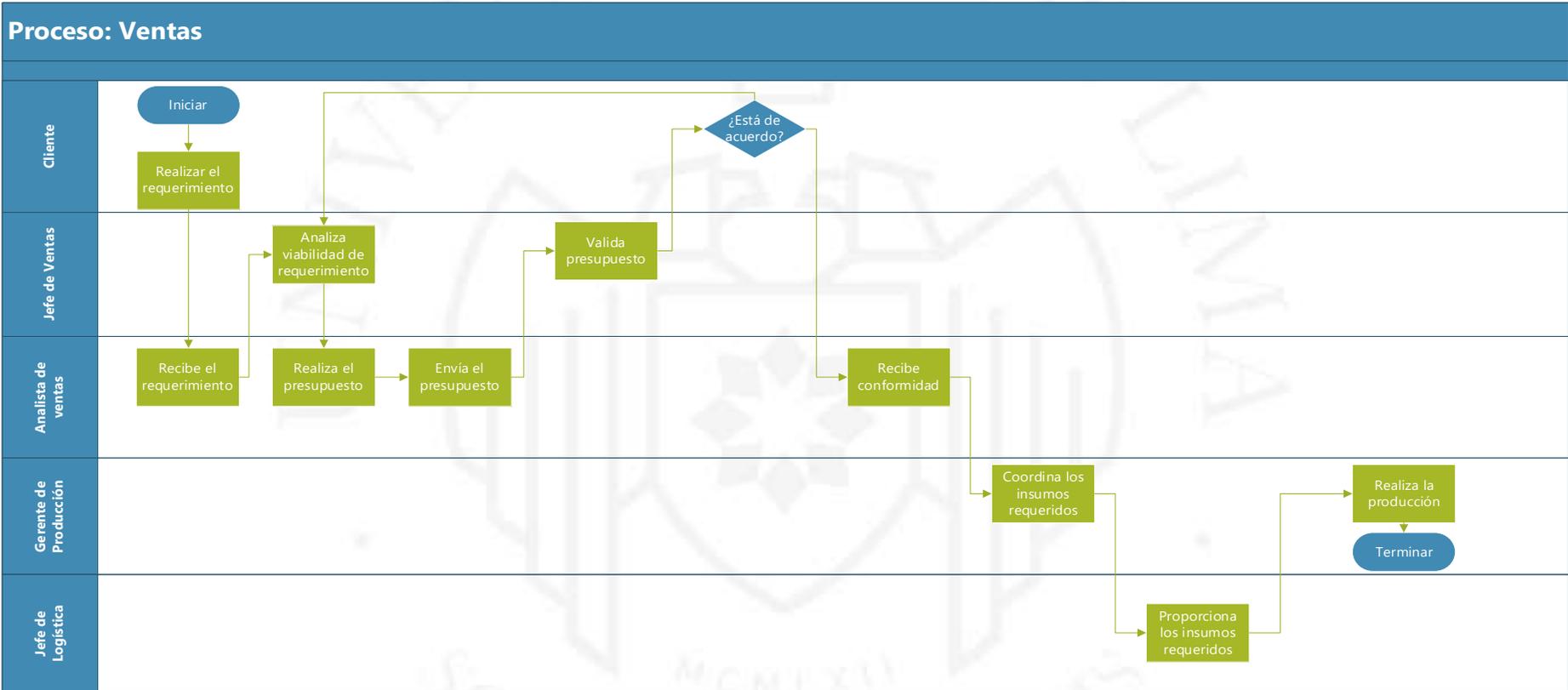


Figura 3.9

Flujograma de planificación de producción

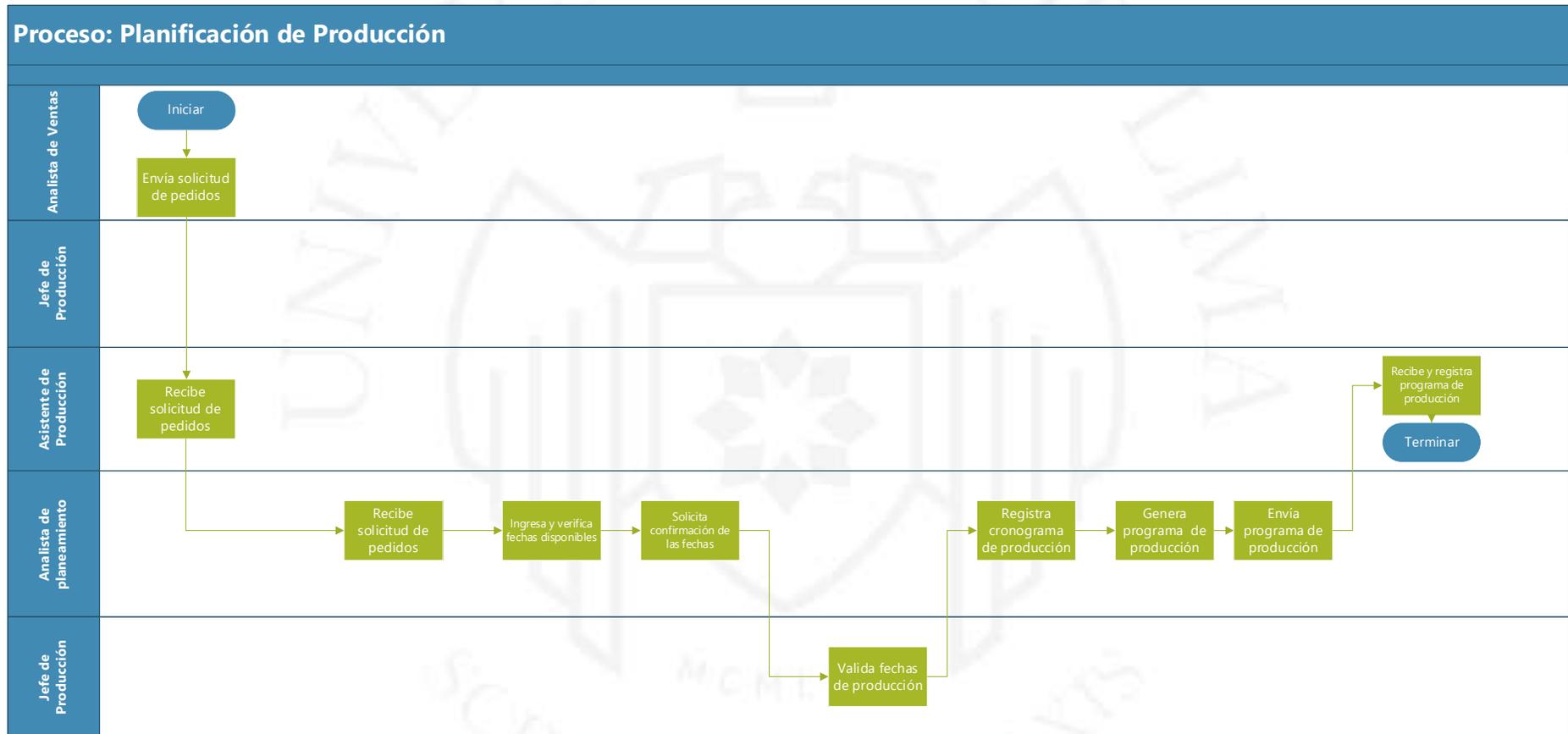


Figura 3.10

Flujograma de reclutamiento

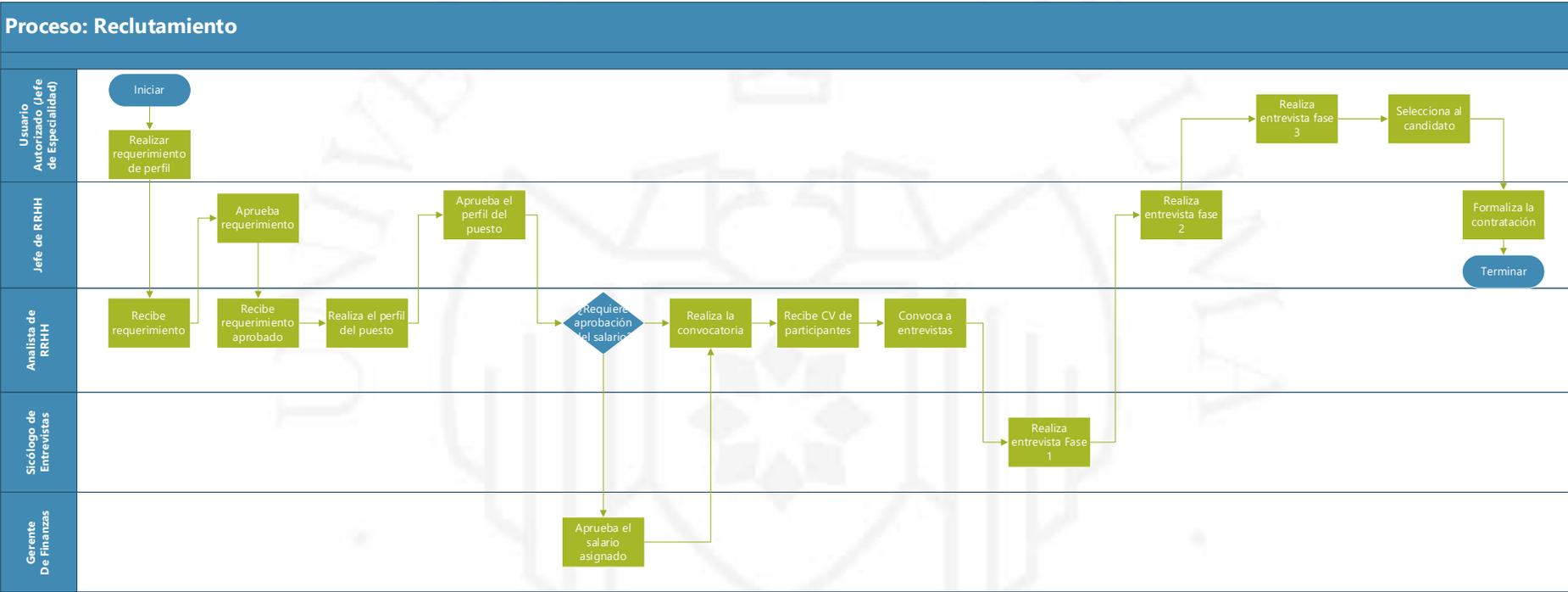


Figura 3.11

Flujograma de pago al personal

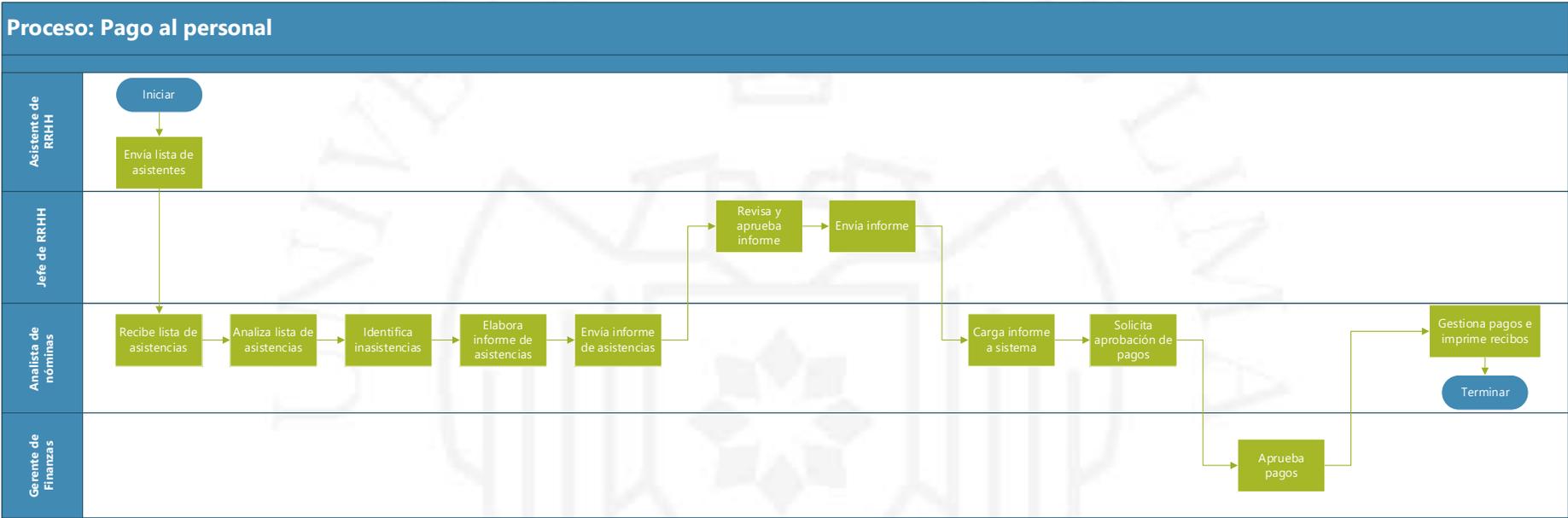
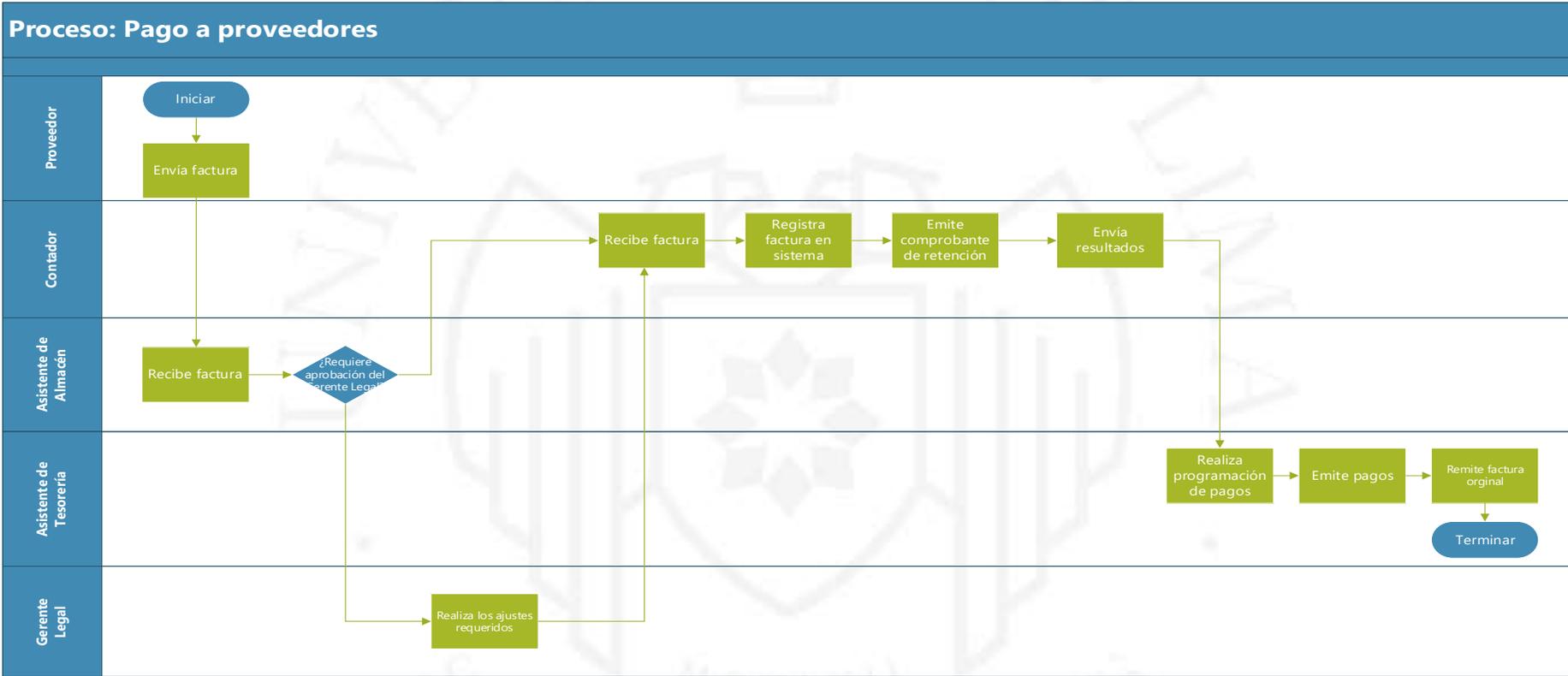


Figura 3.12

Flujograma de pago a proveedores



En la tabla 3.2, se presentan los criterios a evaluar:

Tabla 3.2

Criterios de Evaluación

Criterios de evaluación	Valor Asignado	Calificación
Muy Adecuado	4	A
Adecuado	2	B
Poco Adecuado	1	C

A continuación, se prosiguió a ejecutar el análisis de los procesos ya definidos en la cadena de valor.

Tabla 3.3

Análisis de Klein en el área Logística externa

Análisis de Klein	Ponderación			
	A	B	C	L
Logística Externa				
Distribución de producto terminado		X		
Almacenamiento de producto terminado	X			
Infraestructura	X			
Suma de Criterios	2	1	0	83,33%

Tabla 3.4

Análisis de Klein en el área Logística interna

Análisis de Klein	Ponderación			
	A	B	C	L
Logística Interna				
Proveedores certificados		X		
Control de inventario de insumos	X			
Abastecimiento de insumos a tiempo			X	
Suma de Criterios	1	1	1	58,33%

Tabla 3.5*Análisis de Klein en el área Gestión Financiera*

Análisis de Klein	Ponderación			
	A	B	C	L
Gestión Financiera				
Gestión de cobranzas		X		
Control de facturación	X			
Control de recursos financieros		X		
Suma de Criterios	1	2	0	66,67%

Tabla 3.6*Análisis de Klein en el área Gestión humana*

Análisis de Klein	Ponderación			
	A	B	C	L
Gestión Humana				
Capacitaciones			X	
Selección de Personal	X			
Gestión de Contratos	X			
Suma de Criterios	2	0	1	75,00%

Tabla 3.7*Análisis de Klein en el área ventas*

Análisis de Klein	Ponderación			
	A	B	C	L
Ventas				
Gestión de clientes	X			
Campañas de publicidad		X		
Obtención de información de mercado		X		
Suma de Criterios	1	3	0	62,50%

Tabla 3.8*Análisis de Klein en el área mantenimiento*

Análisis de Klein	Ponderación			
	A	B	C	L
Mantenimiento				
Cumplimiento del plan de mantenimiento			X	
Personal capacitado en mantenimiento		X		
Cortos Tiempos de parada de máquina			X	
Suma de Criterios	0	1	2	33,33%

Tabla 3.9*Análisis de Klein en el área producción*

Análisis de Klein	Ponderación			
Producción	A	B	C	L
Calidad de productos			X	
Cortos tiempos de espera			X	
Estandarización de procesos			X	
Suma de Criterios	0	0	3	25,00%

Tabla 3.10*Análisis de Klein en el área desarrollo tecnológico*

Análisis de Klein	Ponderación			
Desarrollo y Soporte Tecnológico	A	B	C	L
Desarrollo de nuevos productos	X			
Innovación de diseño	X			
Automatización de reportes		X		
Suma de Criterios	2	1	0	83,33%

A continuación, en la tabla 3.11, se muestra el consolidado de los resultados obtenidos de cada uno de los procesos evaluados, luego de aplicar el análisis de Klein:

Tabla 3.11*Consolidado de resultados*

Procesos	Puntaje
Desarrollo y Soporte Tecnológico	83,33%
Logística Externa	83,33%
Gestión Humana	75,00%
Gestión Financiera	66,67%
Ventas	62,50%
Logística Interna	58,33%
Mantenimiento	33,33%
Producción	25,00%

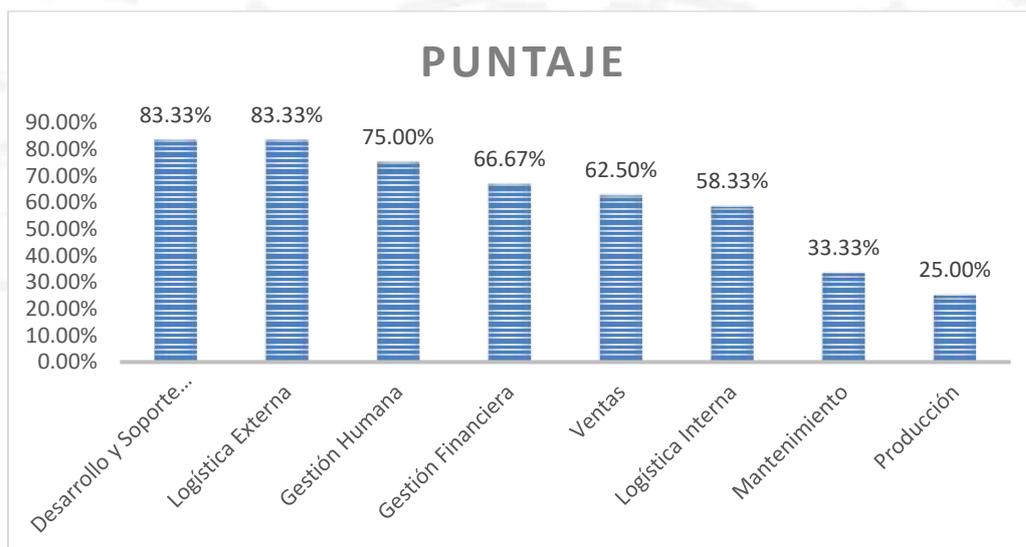
En la tabla anterior, se muestra que los procesos de mantenimiento (33,3%) y producción (25%) son los que tienen un menor valor de desempeño. Es decir, son los que tienen más dificultades. Además, presentan grandes oportunidades de mejora.

Dentro del proceso de mantenimiento, se observa que existen deficiencias en el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo y que los tiempos de parada son largos. Asimismo, otro problema que se encuentra es que el personal está poco capacitado en técnicas de mantenimiento.

Por otro lado, dentro del proceso de producción, los tiempos de espera son largos. Además, la estandarización de procesos es casi nula. Por último, otro problema que se puede vislumbrar es la deficiencia de la calidad. Para evaluar estos datos con mayor precisión, en la figura 3.13, se puede ver el resumen de los resultados obtenidos en el análisis factorial de Klein.

Figura 3.13

Puntaje final en Análisis de Klein



Al tener definido que las mejoras se aplicarán dentro de los procesos de operaciones y mantenimiento, se tendrá el siguiente foco de mejora:

Proceso de producción

- Proceso de Micro Inyección
- Proceso de Empaquetado

Procesos de mantenimiento

Máquinas:

- Tomo Router
- Termoformadora
- Troqueladora

3.2.3. Identificación de las fortalezas y debilidades de la empresa

Fortalezas

- Sólida relación con los proveedores (nacionales) y las empresas que venden los USB (extranjeros). Con los proveedores nacionales se viene trabajando por muchos años, lo cual permite tener los productos a bajo precio y al tiempo necesario.
- Sólida relación con los clientes. Se tiene a Zona Franca.pe e Importaciones Lixi. Se viene trabajando con ellos más de tres años. En esta relación, existen reuniones mensuales, donde se tratan temas como novedades o diseños de los USB's. Por ejemplo, si los clientes proponen que se realice el diseño de algún personaje famoso o de Hollywood, primero, se revisa si la licencia es libre. Luego, estos requerimientos son aceptados para, finalmente, ser incorporados a los nuevos diseños de producción. De esta forma, se mantiene la importancia de la voz del cliente.
- La empresa tiene la cultura de mejora continua, este enfoque se transmite bajo una línea vertical, comenzando por la alta dirección, seguido de los jefes de área para luego ser transmitido a los colaboradores.
- El personal que trabaja en la empresa es joven en su mayoría, existen personas con estudio técnico culminado y algunos en curso, estos jóvenes se encuentran abiertos al cambio, es por eso que la implementación de nuevas tecnologías y tendencias no representa ningún problema.

- El buen clima laboral en la organización. Los jefes de cada área realizan reuniones constantes con el personal para poder conocer sus inquietudes, las mismas que luego son transmitidas al gerente general. Él/ella las evalúa y, si considera que son viables y factibles, las implementa. En la empresa, se tiene por costumbre celebrar los cumpleaños, los días festivos y, una vez al año, realizan un viaje con todos los miembros del equipo a un centro recreativo. Por ello, la rotación es baja y casi nula en la empresa.

Debilidades

- Deficiencia en programas de mantenimiento, al ser una empresa industrial, se depende de las máquinas como la empaquetadora y el CNC router, es por eso que cuando ocurren paradas de máquina, la producción puede detenerse incurriendo en horas hombre perdidas y peor aún en no cumplir los tiempos de entrega de las órdenes del cliente. Esto se debe a que no se tiene un programa de mantenimiento preventivo, y las fallas son frecuentes, teniendo siempre que realizar mantenimientos correctivos que salen más costosos.
- No se cuentan con hábitos de limpieza, uno de los grandes problemas en la empresa es que se aprecian las áreas sucias, las máquinas casi nunca se limpian, se observa derrames de grasas y líquidos, lo cual además de generar un aspecto visual no atractivo pueden ocasionar accidentes. Ocurre lo mismo en el área de almacenes, donde se encuentran cajas desordenadas y cartones o bolsas que podría eliminarse.
- El mercado tiene pocos profesionales capacitados para operar maquinarias tales como el CNC router, es por eso que se depende de solo una persona que puede operarlo y es complicado encontrar personal especializado de este tipo en el mercado.
- La falta de seguimiento a los indicadores es un problema constante. Estos no se actualizan y no se les hace un seguimiento diario.
- Los procedimientos no están actualizados, no se cuenta con un responsable de gestión, es por eso que se deja de lado esta labor, y los pocos

procedimientos con los que se cuentan no se difunden, quedándose solo en el papel.

3.2.4. Elaboración de matriz EFI

En la tabla 3.12, se presenta la evaluación de factores internos:

Tabla 3.12

Matriz EFI

FACTORES	Peso	Calificación	Total
Fortalezas			
Sólida relación con los proveedores	0,2	4	0,8
Sólida relación con los clientes	0,2	4	0,8
Personal abierto al cambio	0,05	3	0,15
Enfoque en realizar mejoras y automatizar procesos	0,1	3	0,3
Buen clima laboral	0,05	3	0,15
Debilidades			
Deficiencia en programas de mantenimiento	0,16	2	0,32
No se cuentan con hábitos de limpieza	0,14	2	0,28
Pocos profesionales capacitados	0,05	1	0,05
Falta de seguimiento a los indicadores	0,05	1	0,05
Procedimientos no actualizados ni difundidos	0,05	1	0,05
			2,85

De acuerdo con la matriz EFI, el total obtenido es 2,85, que es un puntaje bueno y corresponde a que la empresa puede responder bien aprovechando sus fortalezas y gestionando o manejando viene sus debilidades.

CAPITULO IV: SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO DE ESTUDIO

4.1. Identificación y descripción general de procesos clave

Descripción del proceso productivo

Como se pudo observar en la tabla 1.3 aquella familia de productos más representativos para la empresa son los USBS de 8GBS, debido a que tuvieron mayor impacto en la producción. En base a esa selección, se procede a realizar la descripción del proceso productivo involucrado en su elaboración.

1. Proceso de micro-inyección

a. Elaboración de molde para USB's personajes: esta primera etapa consiste en la elaboración de la matriz de los personajes, la cual puede ser diseñada en el programa ARCAM o el programa SOLIDWORDS, luego es centrada en una máquina CNC ROUTER en material bronce con una media (3x2cm) y de dos cavidades. Para cada personaje, existe un molde de la parte superior (cabeza) y uno de la parte inferior (cuerpo).

b. Arenado de molde: el arenado consiste en dejar el molde completamente liso y quitar algunas imperfecciones para que el personaje plasmado en el bronce a la hora del microinyectado tenga un mejor acabado.

c. Extracción de aire del material (plastisol): la extracción del aire o mejor conocido como "quitado de burbuja" al plastisol, se realiza por medio de una bomba de vacío de 1 HP.

d. Micro-inyectado: el micro-inyectado se realiza por puntos de trabajo. Cada punto cuenta con cinco colores de inyección. Estos puntos de inyección son jeringas con agujas especiales, las cuales trabajan con un pedal. Este sistema de micro-inyección es un sistema neumático. Pues, la mesa de micro-inyección está conectada a una compresora. Entonces, al momento de inyectar, se presiona el pedal y se va llenando el molde, empezando por la parte inferior hasta terminar con el llenado de plastisol según el color

requerido. Luego de realizar el llenado por 30 segundos, se coloca en una parrilla que se encuentra a 120 ° C, para darle un poco de consistencia al molde A y al molde B. A continuación, se pasará al proceso de prensado.

e. Prensado: en el prensado unimos el molde parte A con el molde parte B y lo colocamos en la presa, la cual trabaja a una temperatura de 150 ° C por 1 minuto, pasado el tiempo se retira el molde y se coloca en un balde con agua para poder manipularlo con rapidez, luego se desmolda.

f. Rebarbado: en la etapa de rebarbado se junta 1000 personajes y empezamos a retirar el excedente de plastisol para darle acabado y estética al muñeco.

2. Proceso de empaquetado

a. Selección de personajes: en el proceso de selección de muñecos, llega una lista elaborada por el área de ventas, esta lista está conformada por los pedidos de los clientes, se seleccionas de acuerdo a pedido del cliente para pasar al siguiente proceso.

b. Selección de cartones: la selección de cartones tiene que coincidir con el pedido por cliente cada personaje cuenta con un tipo de cartón.

c. Chipeado: el chipeado consiste en introducir el CHIPSET en el muñeco. Luego, se hace una fila de diez chips. Posteriormente, con silicona, se hace una línea y, al final, se pega con los personajes.

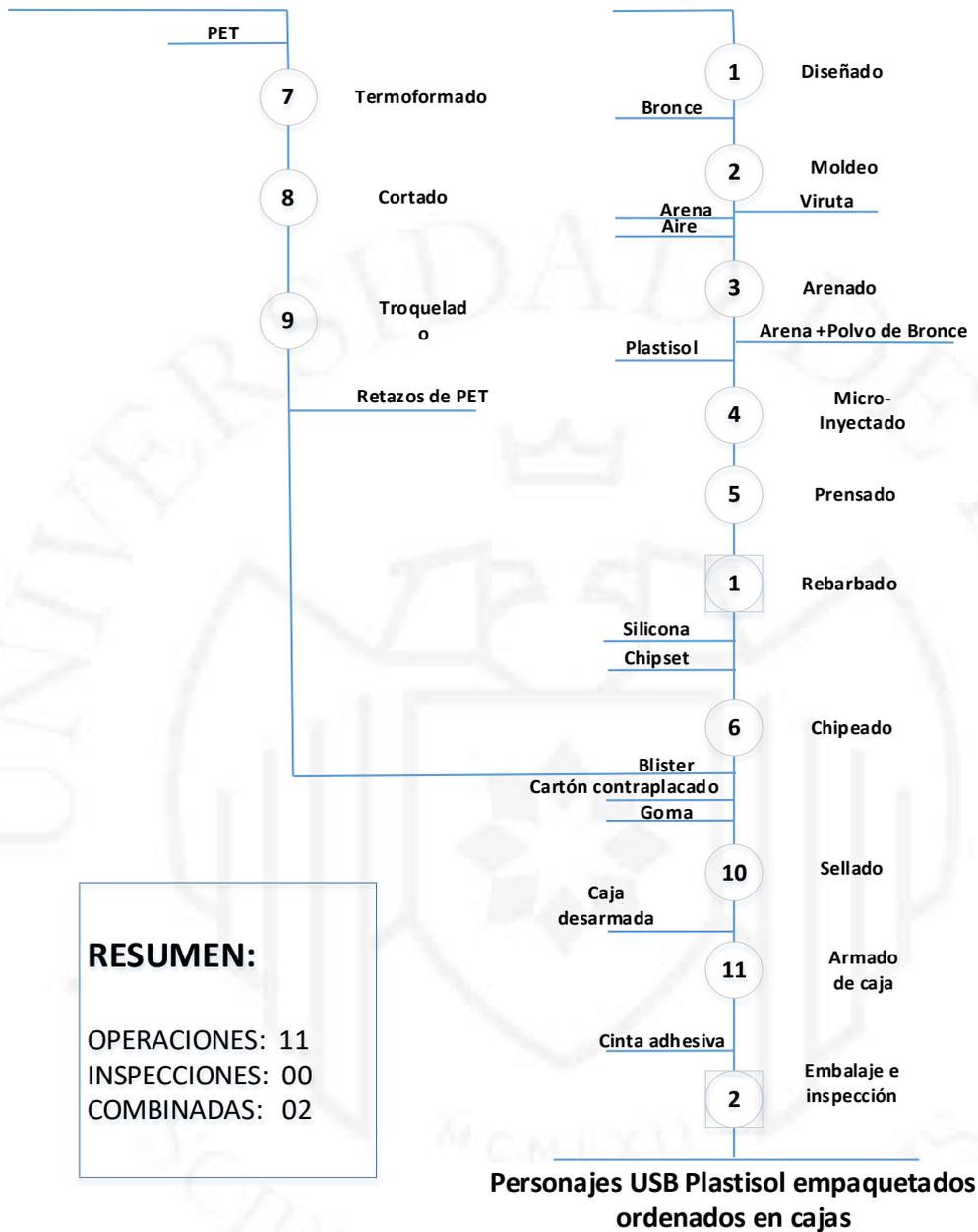
d. Gomeado-sellado: en la empresa, se cuenta con dos grupos de cinco personas, quienes trabajan en mesas separas. En cada grupo, existe un gomero y cuatro selladores. El gomero cuenta con un rodillo y un balde de goma. Su tarea es gomear los cartones y habilitar a los cuatro selladores, quienes toman el muñeco USB y lo introducen en el blíster (mica de plástico). Luego, el blíster-muñeco es colocado en el cartón contra placado y, posteriormente, sobado en los bordes para así lograr el sellado.

e. Armado de pedido en cajas: en una caja de 1 m x 13 cm, se acomoda el producto ya terminado por 50 unidades según el pedido o la lista realizada por el vendedor.

El diagrama de operaciones (DOP) se muestra en la figura 4.1.

Figura 4.1

Diagrama de Operaciones del producto (DOP)



4.2. Análisis de Indicadores generales de desempeño de los procesos claves (metas, resultados actuales, tendencias, comparativos)

En esta sección, se analizarán dos indicadores: el porcentaje de ítems atendidos completos (fill rate) y el porcentaje de pedidos atendidos a tiempo (on time delivery).

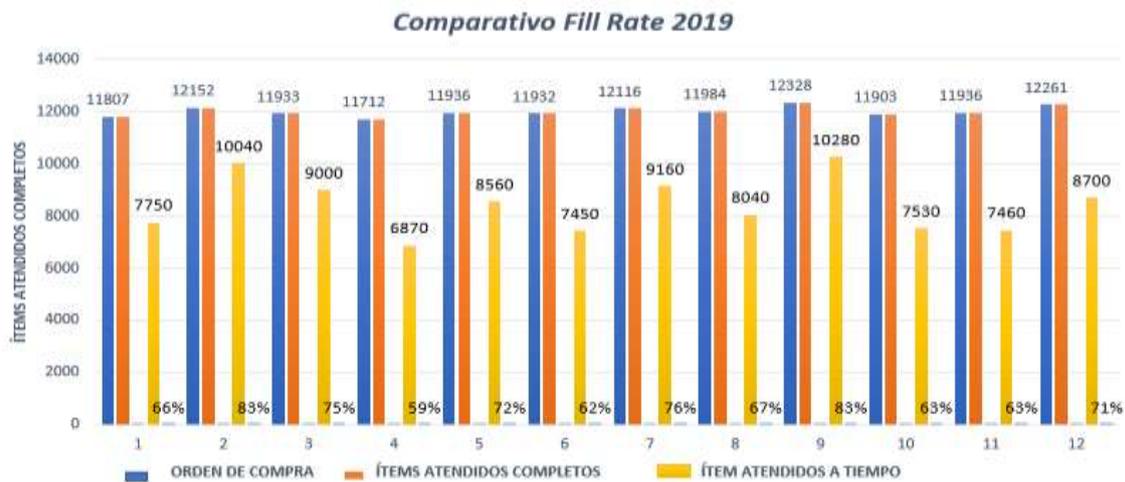
Tabla 4.1*Fill Rate and On Time Delivery*

PERÍODO	31/05/2019	31/01/2019	28/02/2019	31/03/2019	30/04/2019	30/06/2019	31/07/2019	31/08/2019	30/09/2019	31/10/2019	30/11/2019	31/12/2019
N.º Ítems Solicitados	11 807	12 152	11 933	11 712	11 936	11 932	12 116	11 984	12 328	11903	11936	12261
N.º con Orden de Compra	11 807	12 152	11 933	11 712	11 936	11 932	12 116	11 984	12 328	11903	11936	12261
N.º Ítems Atendidos Completos	11 807	12 152	11 933	11 712	11 936	11 932	12 116	11 984	12 328	11903	11936	12261
% Ítems Atendidos Completos (Fill rate)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
N.º Ítems Atendidos a tiempo	7 750	10 040	9 000	6 870	8 560	7 450	9 160	8 040	10 280	7530	7460	8700
Nivel de Servicio Oportunidad %Pedidos entregados a tiempo (On time delivery)	66%	83%	75%	59%	72%	62%	76%	67%	83%	63%	63%	71%
Límite máximo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

La figura 4.2 muestra el porcentaje (%) de ítems atendidos completos (*fill rate*), comparados con las órdenes de compra y los ítems solicitados (USB). Se observa que siempre es el 100%, pues se cumple con la entrega en la cantidad necesaria. Por ejemplo, si es que se solicita una orden de 12152 unidades, se cumplen con la totalidad de unidades. Así, se muestran los números de ítems solicitados, los números de órdenes de compra y el número de ítems atendidos completos, todos con el mismo valor.

Figura 4.2

Comparativo Fill Rate 2019



La fórmula utilizada para el *fill rate* es la siguiente:

$$\% \text{pedidos entregados completos (fill rate)} = \frac{N^{\circ} \text{pedidos recibidos completos}}{N^{\circ} \text{total de pedidos solicitados}}$$

Por otro lado, con respecto al % de pedidos entregados a tiempo (*On time delivery*), si se observan problemas pues existe una alta variabilidad a lo largo de los meses, tal como se muestra en la figura 4.3.

Figura 4.3

On Time Delivery 2019



La fórmula utilizada para el on time delivery es la siguiente:

$$\%pedidos\ entregados\ a\ tiempo = \frac{N^{\circ}\ pedidos\ entregados\ en\ la\ fecha\ pactada}{N^{\circ}\ total\ de\ pedidos\ solicitados}$$

4.3. Selección del sistema o proceso a mejorar

Las áreas de la empresa se muestran en las figuras 1.10 y 1.11. Los procesos a mejorar son los siguientes:

Área de producción

- Proceso de Micro Inyección
- Proceso de Empaquetado

Área de mantenimiento

Máquinas:

- CNC Router
- Termoformadora
- Troqueladora



CAPITULO V: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO

5.1. Análisis del Sistema o Proceso objeto de estudio

Se realizó un análisis SIPOC (Proveedor, entradas, proceso, salidas y clientes) del proceso de producción el cual se muestra en la tabla 5.1. Además, se realizó el cálculo de los siguientes datos: tiempo de ciclo, tiempo de set-up, cantidad de turnos, tiempo disponible en 1 semana, tiempo de espera entre procesos, los cuales serán insumos para desarrollar el mapa de flujo de valor (ver tabla 5.2).

Tabla 5.1

Valores para el VSM actual

Área Responsables Objetivo	Producción Jefe de Producción Realizar la producción de los USBS en la cantidad y tiempo requeridos por el cliente				
Proceso	Tiempo de Ciclo (min)	Tiempo de Set up(min)	N.º Turnos	Min Disponibles	Tiempo de espera
Molde	120	10	1	27 000	3 días
Arenado	20	5	1	27 000	5 min
Extracción	10	5	1	27 000	10 min
Micro-Inyectado	20	5	1	27 000	5 min
Prensado	5	5	1	27 000	5 min
Rebarbado	10	5	1	27 000	10 min
Selección de personajes	10	0	1	27 000	5 min
Chipeado	60	0	1	27 000	10 min
Gomeado	60	0	1	27 000	10 min
Sellado/Armado	30	0	1	27 0 00	20 min

Luego de haber realizado el VSM actual, donde se muestran los procesos, los tiempos de ciclo y los tiempos de inventario de proceso, que servirán para hallar lead time o tiempo de entrega, se procederá a desarrollar el VSM de estado futuro (ver figura 5.1). Con respecto al VSM futuro, se muestra es estado ideal, de tiempos de ciclo, reducción de tiempos de inventario en proceso, y el nuevo lead time o tiempo de entrega, esto sirve para definir un estado a futuro de cómo debe llegar a ser después de la implementación de las herramientas.

Tabla 5.2

Diagrama SIPOC

SIPOC						
Área	Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente	Responsable
	Logística Interna (inventarios)	Plastisol con burbuja Aire	Molde	Molde para el diseño con imperfecciones	Producción	Jefe de Producción
	Producción	Molde para el diseño con Imperfecciones	Arenado	Molde para el diseño liso	Producción	Jefe de Producción
	Producción	Molde para el diseño liso con aire	Extracción	Molde para el diseño liso sin aire	Producción	Jefe de Producción
	Producción	Molde para el diseño liso sin aire	Micro-Inyectado	Molde para el diseño liso con inyección de colores	Producción	Jefe de Producción
	Producción	Unión de molde A con parte B, Agua	Prensado	Producto prensado	Producción	Jefe de Producción
	Producción	Producto con estética, después del acabado	Selección de personajes	Personajes seleccionados según pedido	Producción	Jefe de Producción

(Continúa)

(Continuación)

Área		SIPOC			
Proveedor	Entrada		Salida	Cliente	Responsable
Producción	Personajes seleccionados según pedido	Chipeado	Personajes + chip	Producción	Jefe de Producción
Producción	Personajes + chip	Gomeado/Sellado/Armado	Producto empaquetado en caja	Logística Interna (despacho)	Jefe de Producción

Principales diferencias:

En el VSM actual, se tiene un tiempo de no valor agregado de 4.1 días. Esto se produce por todos los desperdicios identificados de fallas de máquina y desorden, que dificultan la búsqueda de herramientas; la suciedad en los puestos de trabajo y máquinas; los procedimientos no estandarizados que provocan que cada colaborador trabaje de diferente manera; los reprocesos, y productos defectuosos que provocan grandes pérdidas para la empresa. El tiempo de valor es de solo 25.5 minutos. En el VSM futuro, se pretende reducir el TNVA a 2.6 días. Esto será consecuencia de aplicar las herramientas de mejora continua, como 5S y Mantenimiento Autónomo. De esta forma, se pretenden reducir los desperdicios mencionados.

5.2. Descripción detallada del Sistema o Proceso objeto de estudio (basándose en los indicadores)

A continuación, se presentan los indicadores de producción y mantenimiento:

Producción

En la siguiente tabla, se muestran los indicadores actuales de productividad (medido en unidades por hora hombre), el lead time (tiempo de entrega) que es el tiempo medido desde que el cliente realiza el pedido hasta que se le entrega. Para este Lead time, que se halló en el VSM Actual, se tienen dos componentes: el tiempo de valor agregado y el tiempo de no valor agregado.

El tiempo de valor agregado es la suma de los tiempos de ciclo de cada proceso, que son necesarios para realizar la producción es decir cumplir con las órdenes del cliente. Por otro lado, el tiempo de no valor agregado es la suma de inventario en proceso y tiempos desperdiciados que no agregan valor, tales como desplazamientos, tiempos de búsqueda de herramientas, movimientos innecesarios entre otros. Donde se tiene la siguiente fórmula:

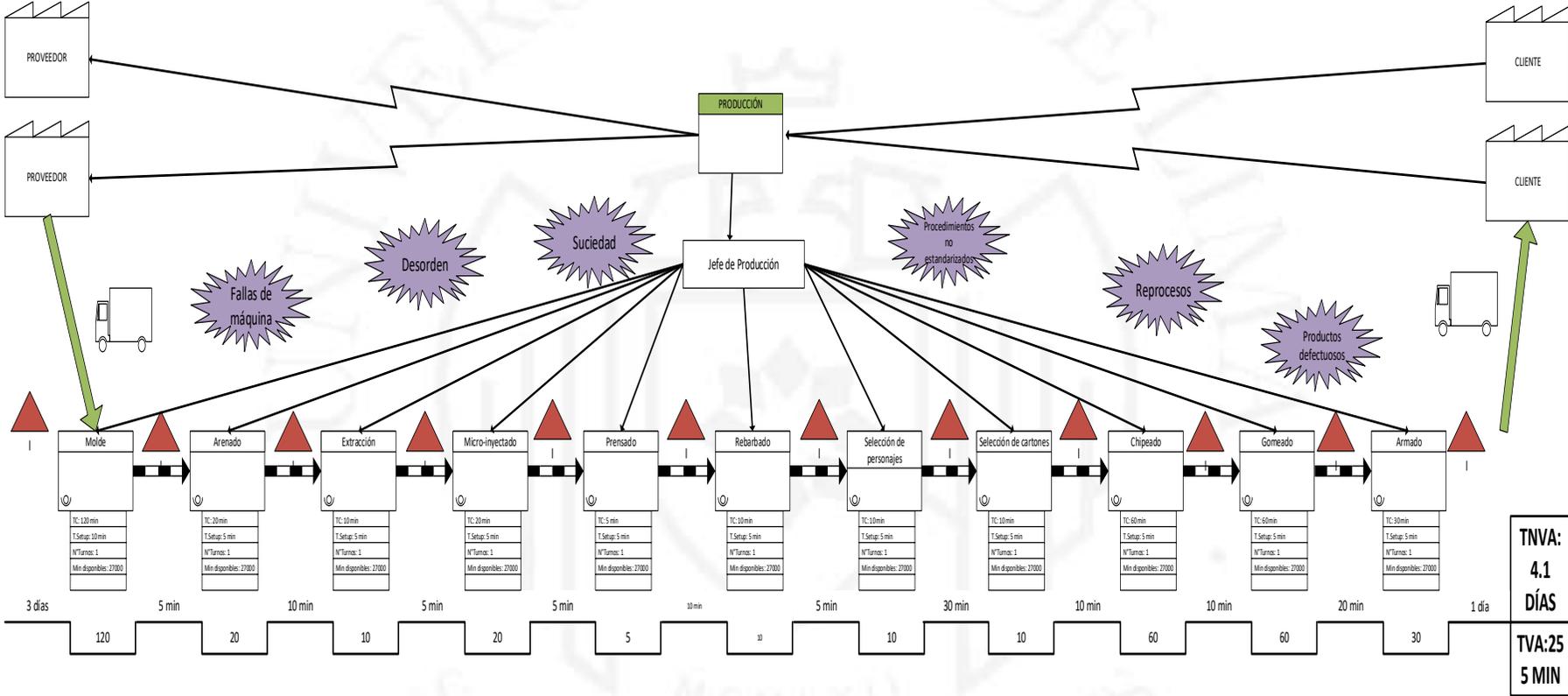
$$\text{Lead Time} = TVA + TNVA$$

Para el presente caso, se tiene que el tiempo de no valor agregado (TNVA) es de 4.1 días, el cual se representa por tiempo de no valor agregado. Este representa diversos tiempos muertos, tiempos de espera, reprocesos, corrección de productos defectuosos, entre otros.



Figura 5.1

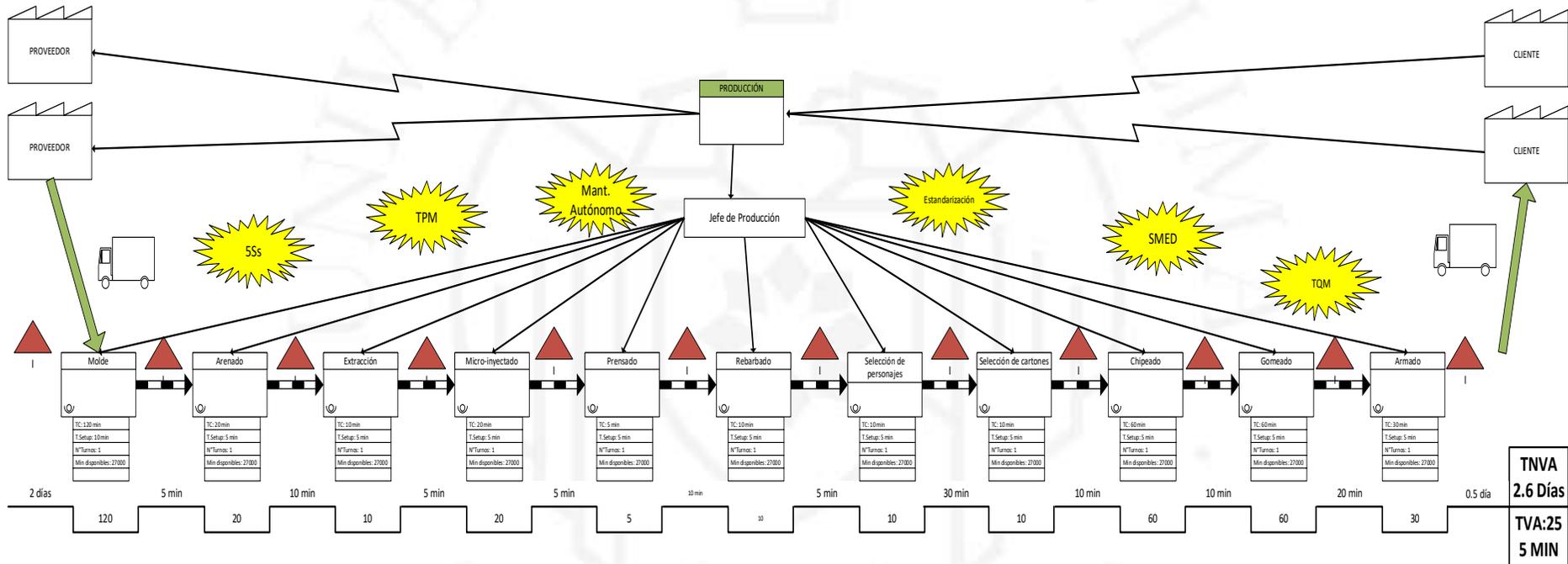
Mapa de flujo de valor actual



Nota. Adaptad

Figura 5.2

Mapa de flujo de valor futuro



Nota. Adaptado de Analysis of improvement for the implementation of lean manufacturing tools in the clothing line of a textile company in Lima (p. 5), por S. Mejia y J. Rau, 2019, 17 th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology



El tiempo de Valor Agregado (TVA) es de 255 minutos. En conjunto, ambos tiempos conformar el Lead Time o tiempo de entrega del servicio de producción requerido para el cliente.

Tabla 5.3

Cálculo de indicadores de producción

N.º	Indicador	Situación inicial
1	Productividad	28.8 unidades/hora hombre
2	Lead Time	4.1 días
2.1	Tiempo de no valor agregado (TNVA)	4.1 días
2.2	Tiempo de valor agregado	25.5 min
3	Inventario en proceso	12 unidades
4	Horas-Hombre extras	2 horas

Mantenimiento

Con respecto al mantenimiento, se considera un área fundamental en la empresa, pues las máquinas con las que se cuentan: CNC Router, Termoformadora (X2) y Troqueladora (X2), si estas se detienen o para, la producción también se detiene, por lo cual no se cumplirán las órdenes a tiempo, además de que representan un sobre costo. Se tiene en primer lugar el indicador de MTBF (tiempo promedio de fallas), definido como:

$$MTBF = \text{Tiempo de operación} / N^{\circ} \text{ fallas}$$

Tabla 5.4

Cálculo del MTBF de las máquinas

N.º	Máquina	Cantidad	Tiempo de Operación	N.º fallas	MTBF
1	CNC Router	1	208	2	104.0
2	Termoformadora	1	208	24	8.7
3	Termoformadora	1	208	22	9.5
4	Troqueladora	1	208	30	6.9
5	Troqueladora	1	208	36	5.8

De la tabla anterior, podemos observar que los menores MTBF son de las troqueladoras, seguidas de las termo formadoras, lo cual hace que tengan una menor confiabilidad de equipo. Si se realiza un análisis más profundo se puede apreciar que tienen un mayor número de fallas, se muestra el análisis en un mes (Figura 5.3).

Figura 5.3

Número de fallas de máquinas en un mes

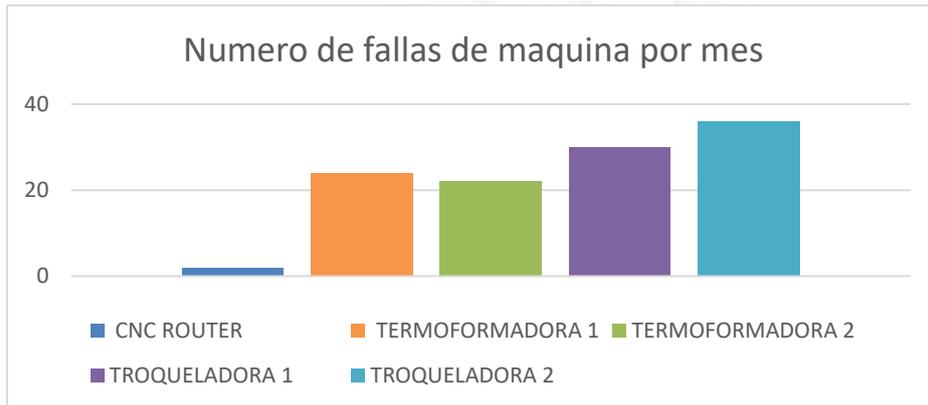
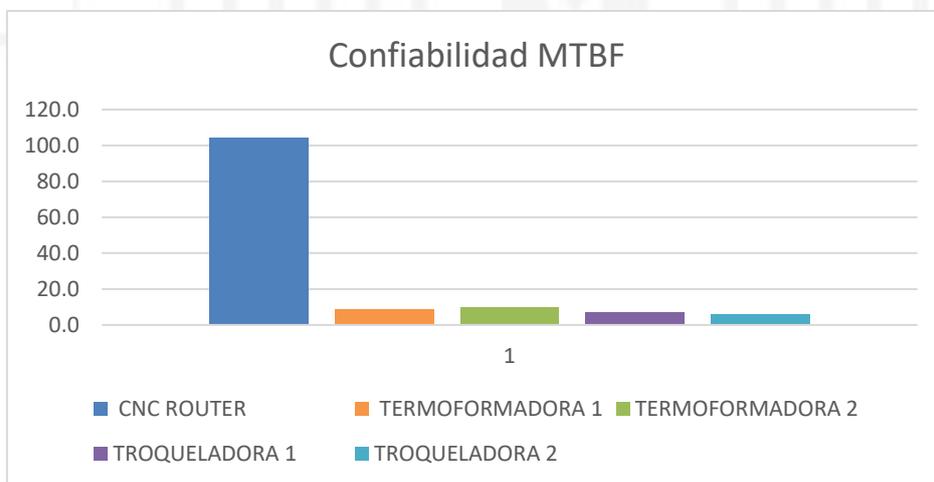


Figura 5.4

Indicador MTBF (Tiempo promedio de fallas)



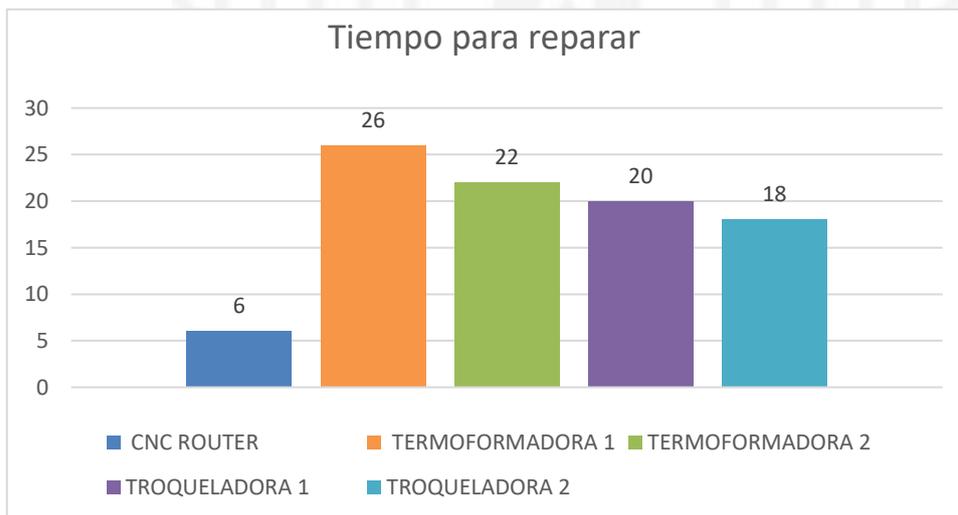
Otro indicador importante que se debe tomar en cuenta es el del MTTR (tiempo promedio para reparar), definido como:

$$MTTR = \text{Tiempo total para reparar} / N^{\circ} \text{fallas}$$

Tabla 8*Cálculo del MTTR (tiempo promedio para reparar) de las máquinas*

N°	Máquina	Cantidad	Tiempo Para Reparar	N.º fallas	MTTR
1	CNC Router	1	6	2	3.0
2	Termoformadora	1	26	24	1.1
3	Termoformadora	1	22	22	1.0
4	Troqueladora	1	20	30	0.7
5	Troqueladora	1	18	36	0.5

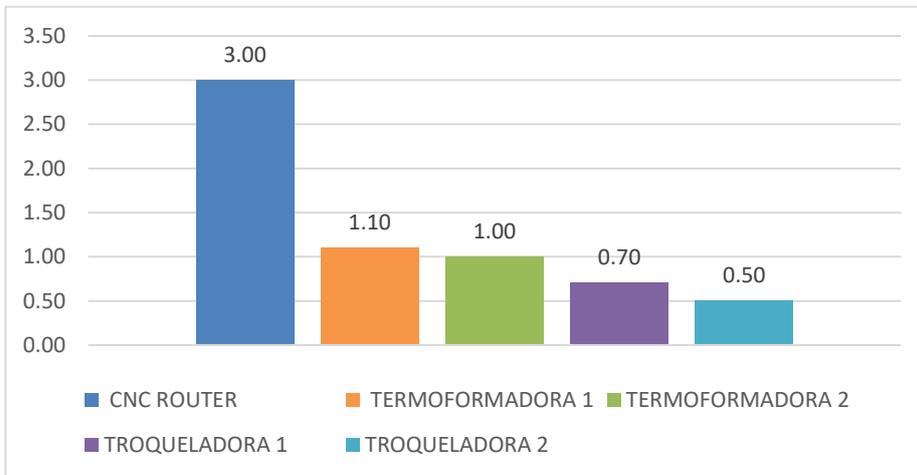
En la tabla 5.5, se muestran las máquinas necesarias para la producción, los tiempos reales para reparar cada máquina, que son acumulados en el mes. Así como también los números de falla reales presentados. Podemos observar que los mayores tiempos para reparar son para la termo formadora, seguido de la troqueladora (ver figura 5.5). Pero el mayor MTTR es de la CNC Router, pues tiene un indicador de MTTR de 3, que representa el tiempo promedio para reparar: 6 horas al mes y 2 fallas (ver figura 5.6).

Figura 5.5*Tiempo para reparar las máquinas en un mes*

Por otro lado, se calcula el indicador OEE, eficiencia operativa de equipos, por sus siglas en ingles. Este indicador está debajo de un 80%, en todas las máquinas, esto quiere decir que la empresa está lejos de aspirar a tener valores de clase mundial.

Figura 5.6

Tiempo Promedio para reparar máquinas en un mes (MTTR)



Para el cálculo del OEE, utilizaremos la fórmula siguiente:

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

Tabla 5.6

Cálculo del OEE por máquina

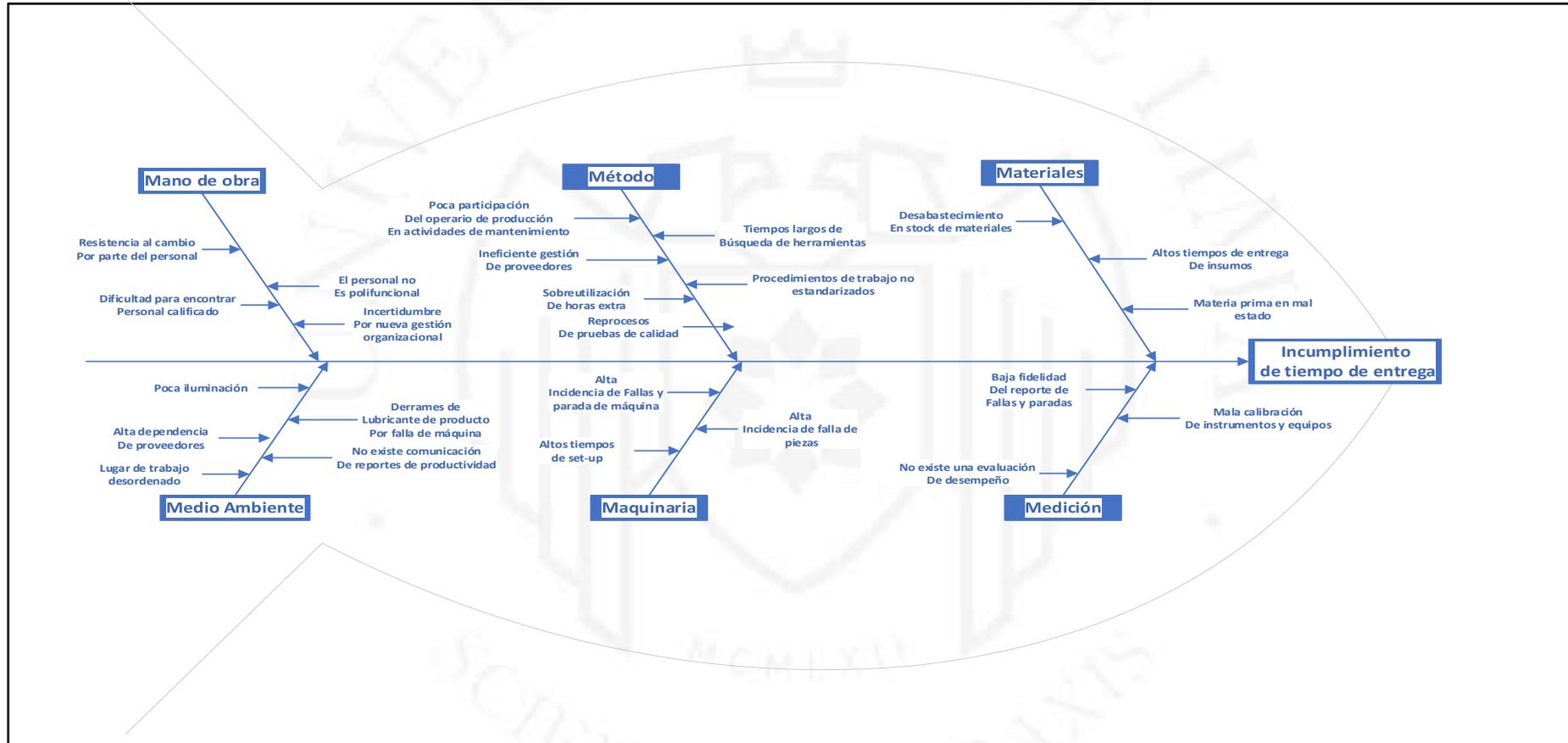
N°	Máquina	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
1	CNC Router	98%	90%	90%	79%
2	Termoformadora	90%	85%	80%	61%
3	Termoformadora	90%	85%	80%	61%
4	Troqueladora	90%	80%	80%	58%
5	Troqueladora	90%	80%	80%	58%

5.3. Determinación de la causa Raíz de los problemas hallados

Para poder atacar los problemas de productividad, se utilizó la herramienta de calidad de la espina de pescado, que nos ayudará a identificar las causas de los problemas. El diagrama de espina de pescado muestra las causas que ocasionan el incumplimiento de los tiempos de entrega (ver figura 5.7).

Figura 13

Diagrama de causa y efecto



Para poder establecer un vínculo con cada una de estas causas, se realizará una matriz de correlación donde se tomará el valor 1, si es que existe correlación, y 0, si no existe, es necesario precisar que para lograr esto se realizó un *focus group* con las áreas de jefatura y se definieron los valores (ver tabla 5.7).

Después de realizar el diagrama de espina de pescado y la matriz de correlación, se prosigue a realizar una priorización de las causas, con la finalidad de poder realizar, más adelante, otra herramienta de calidad, la misma que es conocida como Diagrama de Pareto (ver tabla 5.8). Con los datos necesarios, se podrá realizar el llamado gráfico de Pareto, para poder tener una regla de 80-20. Es decir, el 20% de las causas representa el 80% de los problemas (ver figura 5.8).

Figura 5.8

Diagrama de Pareto

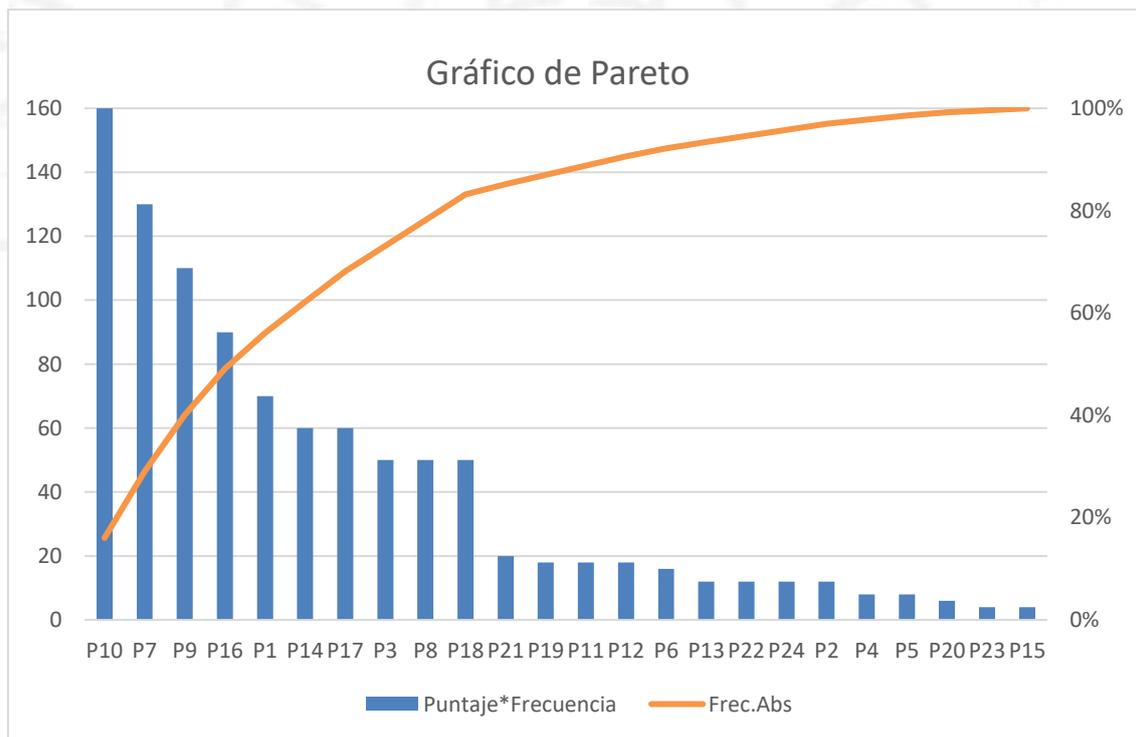


Tabla 9

Matriz de correlación

N	Causas	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P1 0	P1 1	P1 2	P1 3	P1 4	P1 5	P1 6	P1 7	P1 8	P1 9	P2 0	P2 1	P2 2	P2 3	P2 4	Tot .
1	Resistencia al cambio	1	1			1		1	1									1	1							7
2	Dificultad para encontrar personal	1	1																1							3
3	Personal no polifuncional			1		1		1		1									1							5
4	Incertidumbre por gestión de organización	1	1			1																				3
5	Poca participación del operario			1		1		1																		3
6	Ineficiente gestión de proveedores	1					1											1		1						4
7	Sobre utilización de horas extras			1		1		1	1	1	1	1	1	1	1		1			1	1					13
8	Tiempos largos de búsqueda							1	1		1			1									1			5
9	Reprocesos de calidad			1				1		1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1			11
10	Procedimiento. No estándar	1		1		1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		16

(Continúa)

(Continuación)

N	Causas	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P1 0	P1 1	P1 2	P1 3	P1 4	P1 5	P1 6	P1 7	P1 8	P1 9	P2 0	P2 1	P2 2	P2 3	P2 4	Tot .
1	Desabastecimiento de stock							1				1	1	1		1						1				6
1	Altos tiempos de entrega							1				1	1	1		1						1				6
1	Materia prima en mal estado							1						1			1	1								4
1	Poca iluminación							1				1	1	1	1	1										6
1	Dependencia de proveedores														1											1
1	Lugar de trabajo desordenado	1						1	1		1			1			1	1						1	1	9
1	Derrame de lubricantes	1					1							1				1			1					6
1	Ausencia de reportes	1	1	1							1										1					5
1	Fallas de máquina								1	1		1	1								1		1	1	1	9
2	Altos tiempos de set up							1													1					2
2	Falla de piezas							1		1	1	1	1								1		1	1		10
2	Baja fidelidad de reportes											1									1			1		4
2	No evaluación de desempeño															1								1		2
2	Mala calibración																1				1				1	4

Tabla 10*Priorización de causas*

Causa	Puntaje	Frecuencia	Puntaje* frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia Absoluta
Procedimientos no estandarizados	16	10	160	16%	16%
Sobre utilización de horas extras	13	10	130	13%	29%
Reprocesos de calidad	11	10	110	11%	40%
Lugar de trabajo desordenado	9	10	90	9%	49%
Resistencia al cambio	7	10	70	7%	56%
Poca iluminación	6	10	60	6%	62%
Derrame de lubricantes	6	10	60	6%	68%
Personal no polifuncional	5	10	50	5%	73%
Tiempos largos de búsqueda de herramientas	5	10	50	5%	78%
Baja fidelidad de reportes	5	10	50	5%	83%
Falla de piezas	10	2	20	2%	85%
Fallas de máquina	9	2	18	2%	87%
Desabastecimiento de stock	6	3	18	2%	89%
Altos tiempos de entrega de insumos	6	3	18	2%	91%
Mala calibración	4	4	16	2%	93%
Ineficiente gestión de proveedores	4	3	12	1%	94%
Materia prima en mal estado	4	3	12	1%	95%
Dificultad para encontrar personal	3	4	12	1%	96%
Incertidumbre por gestión organizacional	3	4	12	1%	97%
Baja fidelidad de reportes	4	2	8	1%	98%
No existe evaluación de desempeño	2	4	8	1%	98%
Poca participación del operario	3	2	6	1%	99%
Altos tiempos de set up	2	2	4	1%	99%
Dependencia de proveedores	1	4	4	1%	100%

Después de haber realizado un análisis de Pareto, se puede realizar un análisis de “los 5 Por qué”, para encontrar las causas raíces, se muestra el análisis a continuación:

Tabla 11

Análisis de 5 Por qué

Estratificación	Causas	1 por qué	2 por qué	3 por qué	4 por qué	5 por qué
Producción	Método	Existe baja productividad	Existen muchos errores por parte del personal	Los operarios no tienen claro los procedimientos	No existe un procedimiento estandarizado de producción	
Producción	Método	Existe baja productividad	Se utilizan mucho las horas extra	No se cumplen con los pedidos a tiempo	No se identifican actividades que no generan valor	No se realiza un mapeo de los procesos
Producción	Método	Existe baja productividad	Existen muchos reprocesos	No se calibra la máquina correctamente	No existe un procedimiento de calibración de máquina	
Mantenimiento	Máquina	Falla de máquina	Incidencia alta de falla de piezas	No se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo	No se ha definido un proyecto de mejora que involucre a mantenimiento	
Producción	Medio Ambiente	Existe baja productividad	Existe mucha desmotivación	El lugar de trabajo está desordenado	No se tienen hábitos de limpieza y orden	No se involucra al personal en proyectos que inculquen estos hábitos
Mantenimiento	Máquina	Falla de máquina	Se producen paradas de máquina	No se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo	No se ha definido un proyecto de mejora que involucre a mantenimiento	
Producción	Mano de Obra	Existe baja productividad	No se adoptan nuevas formas de trabajo	El personal tiene resistencia al cambio	No se involucran en los proyectos de mejora continua	Los proyectos solo son llevados por los jefes

(Continúa)

(Continuación)

Estratificación	Causas	1 por qué	2 por qué	3 por qué	4 por qué	5 por qué
Producción	Medio Ambiente	Existe baja productividad	Los operarios se equivocan en sus trabajos	El área de trabajo es oscura	No se cuenta con buena iluminación	
Producción	Medio Ambiente	Falla de máquina	Derrames de lubricantes	No se tiene un procedimiento de lubricación	No se tiene un plan de limpieza	
Producción	Mano de Obra	Existe baja productividad	Existe desbalance en carga de trabajo	Los operarios solo saben hacer una sola función	La persona no es polifuncional	No se ha capacitado en múltiples funciones
Producción	Método	Existe baja productividad	Los tiempos de búsqueda y herramientas son largos	Los operarios no recuerdan donde se guardaron o dejaron	No se tiene un lugar específico para guardar las herramientas	No se ha definido un lugar específico para guardar las herramientas

CAPITULO VI: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

6.1. Planteamiento de alternativas de solución

Luego de haber realizado las causas raíces se prosigue a determinar las soluciones vinculadas a cada una de estas causas, éstas podrán aplicarse en conjunto o independientemente, según sea el caso de estudio.

A continuación, se muestran las 11 causas con sus respectivas soluciones:

Tabla 6.1

Matriz Causa-Solución

N.º	Causas	Posibles Soluciones
1	No existe un procedimiento estandarizado de producción	Implementar la Estandarización de procedimientos
2	No se realiza un mapeo de los procesos	Implementar la Estandarización de procedimientos
3	No existe un procedimiento de calibración de máquina	Implementar la Estandarización de procedimientos
4	No se ha definido un proyecto de mejora que involucre a mantenimiento	Implementar el Mantenimiento Autónomo
5	No se involucrado al personal en proyectos que inculquen estos hábitos de orden y limpieza	Implementar las 5Ss
6	No se ha definido un proyecto de mejora que involucre a mantenimiento	Implementar el Mantenimiento Autónomo
7	Los proyectos solo son llevado por los jefes	Capacitación en temas de liderazgo y trabajo en equipo
8	No se cuenta con buena iluminación	Inversión en mejorar la infraestructura del local
9	No se tiene un plan de limpieza	Implementar las 5Ss
10	No se ha capacitado en múltiples funciones	Crear un programa de capacitación técnica para operarios
11	No se ha definido un lugar específico para guardar las herramientas	Implementar las 5Ss

En base al análisis, se encuentra que las causas 1, 2 y 3 se pueden agrupar en la Estandarización de procedimientos, mientras que las causas 5 y 11 se pueden agrupar en Implementar las 5S's. Del mismo modo, las causas 4 y 6 se pueden agrupar en implementar el Mantenimiento Autónomo. Luego de realizar estas acciones, se puede llegar a seis soluciones:

- Implementar la estandarización de procedimientos, con la creación de procedimientos y flujogramas enfocados en el área de producción
- Implementar el Mantenimiento Autónomo, empoderando al operario para que pueda solucionar problemas simples y rápidos de mantenimiento, de esa forma no será necesario esperar a los técnicos especializados
- Implementar las 5Ss para mejorar los hábitos de limpieza, cultura y productividad de los colaboradores.
- Capacitación en temas de liderazgo y mejora continua, de esta manera los jefes y líderes de la organización mejorarán sus habilidades blandas.
- Inversión en mejorar la infraestructura del local, se hondará en la iluminación y temas de infraestructura buscando mejorar la seguridad y salud ocupacional
- Crear un programa de capacitación técnica de operarios. Esto incluye definir un presupuesto anual, un responsable, un cronograma de capacitación, y expertos y/o cursos para los colaboradores.

6.2. Selección de alternativas de solución

En esta sección, se determinará qué soluciones o solución es la que se debe implementar con mayor prioridad. Se debe tomar en cuenta que estas estarán en el alcance del trabajo de estudio. Por otro lado, las otras propuestas a analizar también podrían ser útiles a futuro. Pero, por tiempo, costo, facilidad, entre otros, se decidirá por la más idónea.

6.2.1. Determinación y ponderación de criterios de alternativas de solución

Se definieron cuatro factores para evaluar las alternativas de solución:

- Aporte a la estrategia: cómo contribuye la solución a la estrategia genérica de la empresa, es decir el liderazgo en costos.
- Baja inversión: nivel relativo de la inversión económica de la solución
- Alto beneficio: nivel relativo de beneficio neto que brinda la solución
- Fácil de implementar: tiempo y esfuerzo requerido para la solución

A continuación, se muestra la matriz de enfrentamiento de los pesos:

Tabla 6.2

Enfrentamiento de factores para elegir solución

Factores	A	B	C	D	Total	Peso	
Aporte a la estrategia	A	1	1	1	1	4	40%
Baja inversión	B	0	1	1	1	3	30%
Alto beneficio	C	0	0	1	1	2	20%
Fácil de implementar	D	0	0	0	1	1	10%
					10	100%	

6.2.2. Evaluación cualitativa y cuantitativa de alternativas de solución

A continuación, se muestra la evaluación de cada alternativa respecto a cada factor:

- Implementar la estandarización de procedimientos (ver tabla 6.3)
- Implementar el Mantenimiento Autónomo (ver tabla 6.4)
- Implementar las 5Ss (ver tabla 6.5)
- Capacitación en temas de liderazgo (ver tabla 6.6)

- Inversión en mejorar la infraestructura del local (ver tabla 6.7)
- Crear un programa de capacitación técnica de operarios (ver tabla 6.8)

Tabla 6.3

Implementación de estandarización

Implementación de estandarización		
Factores		Descripción
A	Aporte a la estrategia bajo	Tiene un aporte bajo a la estrategia de liderazgo en costos, pues no tendrá un impacto significativo
B	Baja inversión	Tiene una inversión media, pues se tendría que contratar a un ingeniero junior para que pueda realizar los procedimientos y flujo, además que deberá ser supervisado
C	Bajo beneficio	Tiene un beneficio bajo, la estandarización no logrará mucho aporte monetario, es más una herramienta para unificar actividades
D	Fácil de implementar	Es relativamente fácil de implementar. Se tiene que elaborar los procedimientos principales y luego comunicarlos al personal

Tabla 6.4

Implementación de mantenimiento autónomo

Implementación de Mantenimiento Autónomo		
Factores		Descripción
A	Aporte a la estrategia alto	Tiene un aporte alto a la estrategia de liderazgo en costos pues ataca directamente a las paradas de máquina que representan un alto costo ante un evento negativo
B	Baja inversión	Tiene una inversión media, pues estará enfocada en capacitar al trabajador más no en contratar mano de obra especializada ni invertir en tecnología
C	Alto beneficio	Tiene un beneficio alto, el mantenimiento autónomo, no solo logrará un beneficio monetario, sino que también mejorará la cultura y los hábitos del personal, además de mejorar sus competencias
D	Medianamente fácil de implementar	Es medianamente fácil de implementar. El cambio de hábitos y cultura solo se da con constancia y en un tiempo prudente

Tabla 6.5*Implementación de 5S*

Implementación de 5Ss		
	Factores	Descripción
A	Aporte a la estrategia alto	Tiene un aporte alto a la estrategia de liderazgo en costos, pues si mejorará la productividad y por ende reducirá los costos
B	Baja inversión	Tiene una inversión baja, pues se tendría que contratar solo a un ingeniero para la capacitación y lo demás lo realizará el personal de la empresa
C	Alto beneficio	Tiene un beneficio alto, las 5Ss, no solo logrará un beneficio monetario, sino que también mejorará la cultura y los hábitos del personal, que serán llevados al cliente
D	Medianamente fácil de implementar	Es medianamente fácil de implementar. El cambio de hábitos y cultura solo se da con constancia y en un tiempo prudente

Tabla 6.6*Capacitación en Liderazgo*

Capacitación en liderazgo a los jefes		
	Factores	Descripción
A	Aporte a la estrategia bajo	Tiene un aporte bajo a la estrategia de liderazgo en costos pues se enfoca más en desarrollar competencias de los líderes que si podría influir en mejorar la productividad, mas no directamente
B	Media en inversión	Tiene una inversión media, pues se tendrá que destinar un presupuesto de capacitación
C	Medio en beneficio	Tiene un beneficio medio, la capacitación si mejorar las competencias y habilidades blandas, pero tendrá que ser puestas en práctica
D	Medianamente Fácil de Implementar	Es medianamente fácil de implementar. El cambio de hábitos y cultura solo se da con constancia y en un tiempo prudente

Tabla 6.7*Inversión en infraestructura*

Inversión en infraestructura del local		
	Factores	Descripción
A	Aporte a la estrategia bajo	Tiene un aporte bajo a la estrategia de liderazgo en costos pues se enfoca en mejorar seguridad y salud ocupacional
B	Alto en inversión	Tiene una inversión alta, se tendrá que contratar un personal calificado y se parará la producción
C	Bajo en beneficio	Está enfocado en seguridad y salud, el beneficio monetario es lento y tomará tiempo
D	Difícil de implementar	Requiere de un presupuesto considerable y además que se detendrán las operaciones

Tabla 6.8*Capacitación en temas técnicos*

Capacitación en temas técnicos de operaciones a los colaboradores		
	Factores	Descripción
A	Aporte a la estrategia medio	Se enfoca en desarrollar mejoras en aspectos técnicos de los colaboradores
B	Medio en inversión	Tiene una inversión media, pues se tendrá que destinar un presupuesto de capacitación
C	Medio en beneficio	Mejora las competencias y puede incrementar de la productividad.
D	Medianamente fácil de implementar	Se tendrá que destinar un presupuesto y cumplir un cronograma, además que toma tiempo

6.2.3. Priorización y selección de soluciones

A partir de las 6 soluciones propuestas (1,2,3,4,5 y 6) en la sección 6.2.2 y los cuatro factores mencionados (A, B, C y D) en la sección 6.2.1, se muestra el ranking de factores para elegir las mejores soluciones:

Tabla 6.9*Priorización de soluciones*

Factores	Pesos	1.Implementar Estandarización		2.Implementar Mantenimiento Autónomo		3.Implementar 5Ss		4.Capacitación en liderazgo		5.Inversión en infraestructura		6.Capacitación en temas técnicos		
		Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	
A	Aporte a la estrategia	40%	1	0,4	5	2	5	2	1	0,4	1	0,4	3	1,2
B	Baja inversión	30%	5	1,5	5	1,5	5	1,5	3	0,9	1	0,3	3	0,9
C	Bajo beneficio	20%	1	0,2	5	1	5	1	3	0,6	1	0,2	3	0,6
D	Fácil de implementar	10%	5	0,5	3	0,3	3	0,3	3	0,3	1	0,1	3	0,3
			-	2,6	-	4,8	-	4,8	-	2,2	-	1	-	3

A raíz de esta tabla, se concluye que se implementará tanto las 5Ss como el Mantenimiento Autónomo.

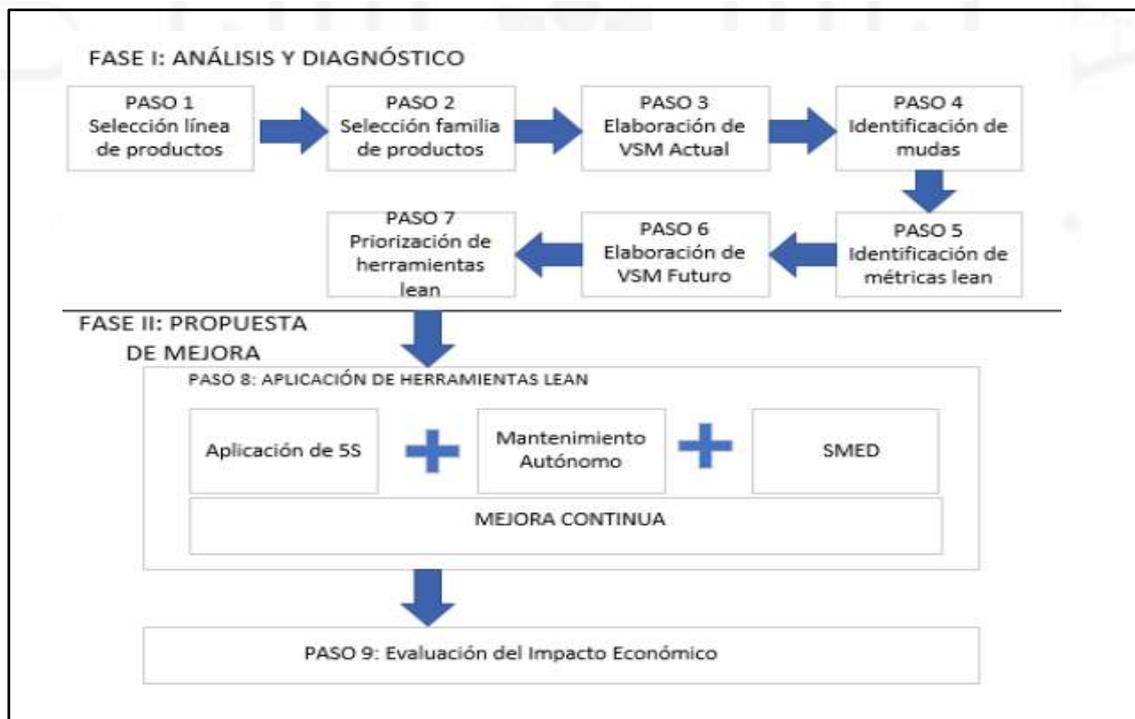
CAPITULO VII: DESARROLLO, PLANIFICACIÓN Y RESULTADOS

7.1. Ingeniería de la Solución (actividades, operaciones y recursos necesarios para cada una de ellas)

Las soluciones planteadas buscan resolver los problemas identificados en el área de producción; sin embargo, tienen impacto en toda la empresa. Estas soluciones tienen elementos comunes, y combinan ambas, pues parte de la filosofía de *Lean Manufacturing*. Se propone realizar la siguiente metodología, propuesta por Mejía (2019), la cual consta de dos partes: Diagnóstico (la cual ya se ha realizado) y la Propuesta de Mejora (sin incluir el SMED).

Figura 7.1

Metodología para implementar Lean Manufacturing



Nota. Adaptado de *Analysis of improvement for the implementation of lean manufacturing tools in the clothing line of a textile company in Lima* (p. 2), por S. Mejía y J. Rau, 2019, 17 th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology

Implementación de las 5S y del Mantenimiento Autónomo

Las 5S's constan de cinco pasos: clasificar, ordenar, limpieza, estandarizar y disciplina. Para el presente proyecto, se combinará el mantenimiento autónomo en la tercera fase.

1s: Clasificar

En esta fase, se eliminan los elementos innecesarios de la organización, para la presente investigación se tiene lo siguiente:

Tabla 7.1

Disposición de elementos

N.º	Elemento	Cantidad	Comentarios
1	Mesas antiguas	2	Desechar
2	Máquinas antiguas	2	Vender
3	Armario antiguo	1	Desechar
4	Moldes en deterioro	6	Transferir
5	Botellas de plástico	12	Reciclar
6	Trapos gastados	5	Desechar
7	Cuchillas desgastadas	6	Desechar
8	Focos malogrados	4	Desechar
9	Pallets en mal estado	4	Desechar
10	Cables en mal estado	6	Desechar
11	Bolsas de plástico	8	Desechar
12	Productos defectuosos	16	Desechar
13	Fierros oxidados	4	Desechar

Tabla 7.2

Disposición de elementos

Comentarios	Cantidad
Elementos a desechar	56
Elementos a transferir	6
Elementos a vender	2

2s: Ordenar

Dentro de esta fase, se ubicará cada elemento en su lugar y se tendrá un lugar para cada elemento.

Tabla 7.3

Letreros elaborados

N°	Letrero	Cantidad	Color
1	Área de elaboración de molde	1	Azul
2	Área de arenado	1	Azul
3	Área de extracción de aire	1	Azul
4	Área de microinyectado	1	Azul
5	Área de prensado	1	Azul
6	Área de rebarbado	1	Azul
7	Área de selección de personajes	1	Azul
8	Área de selección de cartones	1	Azul
9	Área de selección de chipeado	1	Azul
10	Área de selección de gomeado	1	Azul
11	Área de selección de armado de cajas	1	Azul
12	Área de inventario de materia prima	1	Azul
13	Área de producto terminado	1	Azul
14	Área de SSHH	2	Azul
15	Área Administrativa	1	Azul
16	CNC	1	Verde
17	Termoformadora	2	Verde
18	Troqueladora	2	Verde
19	Estantes	4	Anaranjado
20	Mesas	4	Anaranjado

Además de los letreros, se procederá a pintar de color amarillo las líneas divisorias de las áreas y máquinas para mantener un orden de trabajo.

3s: Limpieza y Mantenimiento Autónomo

En la fase de limpieza, se elabora un manual de limpieza (ver tabla 7.4) y un cronograma del mismo (ver tabla 7.5). Esto se combina con el mantenimiento autónomo, pues, según la teoría de *Lean Manufacturing*, limpieza es sinónimo de inspección.

Por otro lado, para poder realizar la limpieza de una forma segura, se identificarán los focos de suciedad y los lugares de difícil acceso para la limpieza, se muestra el ejemplo en la figura 7.2.

Tabla 7.4

Manual de Limpieza

Máquina	Ubicación gráfica	Sistema/ Componente/ lugar	Actividad	Estándar	Equipo de protección limpieza	Materiales	Tiempo (minutos)	Responsable			
								Serv. Limpieza	Mecánico	Operario	Externo
Empaquetadora		Zona externa de la máquina	Limpieza externa	Limpio	Tapabocas	Trapo de tela	5			X	
		Zona interna de la máquina	Limpieza interna de mantenimiento	Sin ruidos extraños	Tapabocas, lentes	Aspiradora	60	X			
		Zona externa de la máquina	Limpieza general	Libre de residuos y pelusa	Tapabocas, lentes	Trapo de tela	15		X		
Troqueladora		Zona externa de la máquina	Limpieza externa	Limpio	Tapabocas	Trapo de tela	5			X	
		Zona interna de la máquina	Limpieza interna de mantenimiento	Sin ruidos extraños	Tapabocas, lentes	Aspiradora	30		X		
		Zona externa de la máquina	Limpieza general	Libre de residuos y pelusa	Tapabocas, lentes	Trapo de tela	10		X		

Figura 7.2

Identificación de DS y LDA

IDENTIFICACION DE LAS FUENTES DE SUCIEDAD (FS) Y LUGARES DE DIFICIL ACCESO PARA LA LIMPIEZA(LDA)		N° 1
		Fecha de elaboración: 16/01/2020
		Elaborado por:
Tema: Empaquetadora		Aprobado por:
Áreas:		Participantes:
Fecha de enseñanza:	15/01/2020	
Responsable:		

Con respecto a los riesgos, serán importantes de determinar, para lo cual se tendrá la figura 38 de identificación de zona de riesgos de limpieza:

Figura 7.3

Identificación de zona de riesgos de limpieza

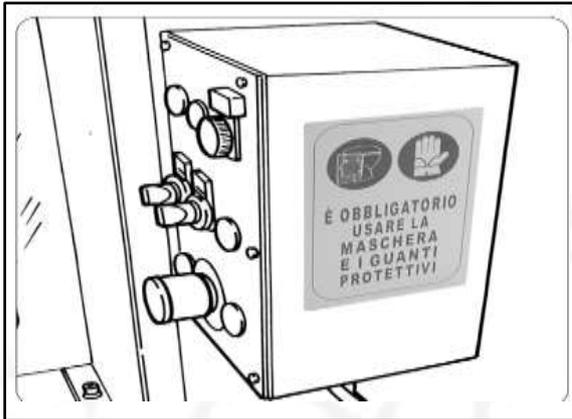
ZONA DE RIESGOS DE LIMPIEZA		N° 1
		Fecha de elaboración: 15/01/2020
		Elaborado por:
Tema : Empaquetadora		Aprobado por:
Áreas:	Taller de	Participantes:
Fecha de enseñanza:	15/01/2020	
Responsable:		

4s: Estandarizar

Con respecto al tema de seguridad, se colocarán los símbolos de los EPPS (implementos necesarios para operar en la máquina) (Ver figura 7.4).

Figura 7.4

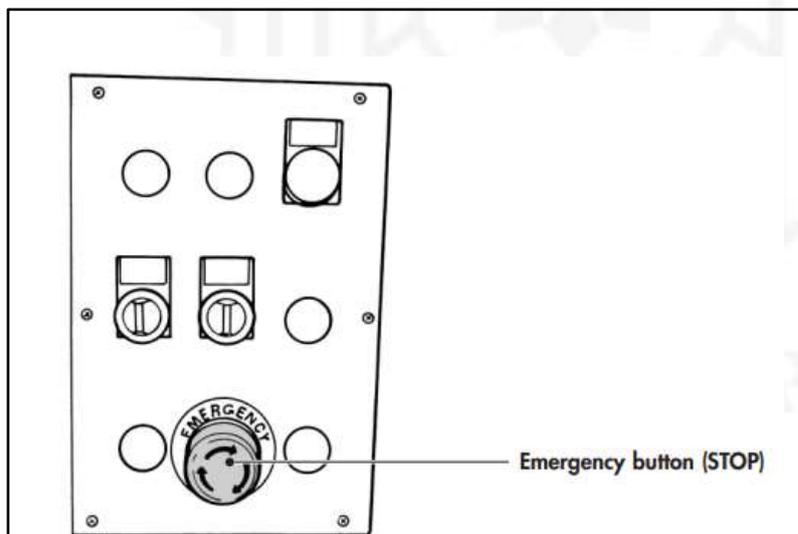
Símbolos de EPPS en máquina



También es importante identificar y señalar el botón de emergencia, en caso exista alguna falla (ver figura 7.5).

Figura 7.5

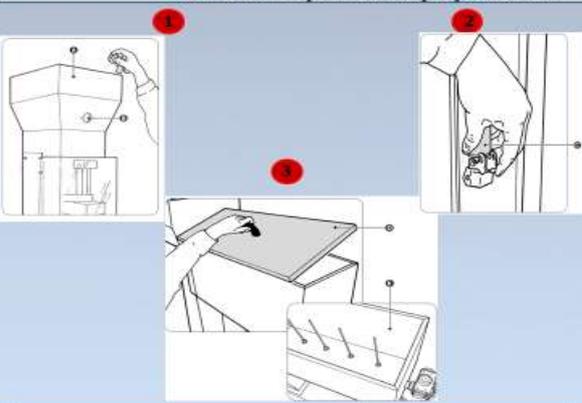
Botón de emergencia en máquina



Otra estandarización será la creación de Lecciones de un Punto (LUP), los cuales son procedimientos gráficos que ayudan a agilizar las operaciones y permiten evitar errores, así como tener un estándar para las operaciones. En la figura 7.6 se muestra un estándar de cómo debe ser el arranque o set-up de la máquina empaquetadora.

Figura 7.6

Lección de un punto de set-up máquina empaquetadora

LECCION DE UN PUNTO (LUP)		Nº 1
		Fecha de elaboración: 16/01/2020
		Elaborado por:
Tema : Set-up de la Empaquetadora.		Aprobado por:
 <ol style="list-style-type: none"> 1. Llenar el recipiente superior A con corchos y asegurar un suministro de corchos constantes visualizándolo desde B. 2. Desconectar el cable de C. 3. Retirar la tapa D y limpiar cuidadosamente el depósito superior en E, utilizando productos adecuados. 		
Áreas:	Taller	Participantes:
Fecha de enseñanza:	16/01/2020	
Nombre:		

5s: Disciplina

Dentro de la última fase, se realizará énfasis para que los colaboradores puedan cumplir las 4 fases anteriores, esto se realizará con capacitaciones constantes a lo largo del tiempo, además se establecerán bonos por desempeño y reconocimientos al colaborador que fomente las 5Ss en su área de trabajo. Se buscará el compromiso y la práctica seguida de la metodología descrita, a través de los siguientes lineamientos:

- Refuerzo de los conocimientos de 5S a los trabajadores mediante talleres. Para poder garantizar el empleo de esta herramienta, se brindará talleres para poder reforzar conocimientos de los operarios.

- Crear frases, eslogan, insignias, boletines. Mensualmente, se propondrá la participación de 1 colaborador, elegido aleatoriamente, para que pueda crear un eslogan que motive al resto de sus compañeros de trabajo a ejecutar las 5S.
- Mostrar las fotografías del antes y después en un tablero de gestión visual.
- Respetar horarios de trabajo y refrigerio para no incurrir en horas extras.
- Intensificar las relaciones laborales
- Continuar con un programa de auditorías (Cronograma de auditorías post proyecto).

Periódicamente, se llevará a cabo una auditoría interna, para poder garantizar que se cumpla esta herramienta. En siguiente figura, se muestra un modelo de la tabla que se empleará para esta tarea. La calificación comprende desde el 1(cuando no se realizó la actividad) hasta el 5 (cuando se llevó a cabo la actividad satisfactoriamente).

Figura 7.7

Modelo de auditoría

Auditoria 5S						
Responsable:		CALIFICACIÓN				
Categoría	Descripción	1	2	3	4	5
Seiri Clasificar	¿Hay materiales demás?					
	¿Hay objetos innecesarios?					
	¿Hay elementos que no se utilicen en el área?					
Seiton Organizar	¿Estos materiales están en su ubicación correcta?					
	¿Los accesos están libres de obstáculos?					
	¿Los elementos de limpieza están en buen estado y en su ubicación final?					
Seiso Limpiar	¿Hay cortes de tela, papeles, u otro desperdicio en el suelo?					
	¿Están las máquinas o los puestos de trabajo limpios?					
Seiketsu Estandarizar	¿Hay pautas de limpieza en cada estación de trabajo?					
	¿Está la documentación estandarizada actualizada?					
	¿Los trabajadores tienen conocimiento de las documentaciones?					
Shitsuke Disciplina	¿Los trabajadores siguen el plan de limpieza?					
	¿Los trabajadores respetan las marcas en el suelo?					

Si la relación del puntaje total obtenido respecto al puntaje total (65 puntos) logra superar el 80%, se puede afirmar que la herramienta se mantiene aplicando adecuadamente; más se tomarán las medidas correspondientes en aquellos puntos cuyo puntaje fue menor del 50%. Es decir, si de manera total se obtuvo un 90%, se afirma que se aprobó la auditoría; en el mismo escenario, al hacer un análisis de la herramienta Seiri, se obtuvo un 40%, en este caso, se procede a realizar las capacitaciones de la herramienta para que en la siguiente auditoría se pueda obtener un puntaje más elevado. En la siguiente ilustración, se muestra el criterio de calificación y las acciones a tomar según corresponda.

Figura 7.8

Criterio de calificación

Porcentaje (%)	Calificación	Acciones
80-100	Satisfactorio	Felicitar a los trabajadores por un buen uso de las herramientas.
50-80	Aceptable	Analizar los puntos de baja calificación y brindar talleres de reforzamiento.
0-50	Regular	Realizar una capacitación a todos los trabajadores sobre la herramienta 5S.

7.2. Plan de Implementación de la Solución

Para la implementación del proyecto, se definen los siguientes responsables:

Por parte de la empresa

- Jefe de Producción
- Supervisor de producción
- Operarios

Consultores externos

- Consultor Senior Lean
- Consultor Junior Lean

La elaboración del presupuesto de la implementación estará compuesta por lo siguiente:

- Costos de implementación: incluye las repisas, los tableros de gestión visual, las lecciones de un punto, útiles de escritorio, implementos de seguridad.
- Reuniones y capacitaciones de inducción a las 5S y Mantenimiento Autónomo, lideradas por el consultor Senior de Lean, participarán los operarios, el jefe y el supervisor.
- Capacitación profunda al jefe y Supervisor de Producción en temas de *Lean Manufacturing*, liderado por el Consultor Senior en Lean.
- Implementación de las 5S y Mantenimiento Autónomo, liderados por el consultor senior y junior e implementado por los operarios
- Costo del Monitoreo y revisión General, liderados por el jefe de producción.

El detalle se muestra en la tabla 7.6.

Actividades y cronograma de Implementación:

El cronograma del proyecto tendrá una duración de nueve meses. Debido a que se trata de un proyecto de mejora, se ha decidido seguir con el ciclo de DEMING: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, para su correcta aplicación. El detalle del cronograma se muestra en la tabla 7.7.

7.3. Evaluación cuantitativa de indicadores y económica financiera de la solución

Evaluación cuantitativa de indicadores

Dentro del MTBF, se ve una mejora de la confiabilidad en todas las máquinas, esto es debido a que disminuyó las fallas en todas las máquinas.

Tabla 7.6*Presupuesto General*

Detalle	Costos Degradados	Costo	Cantidad	Horas	TOTAL	
Costos de Implementación	Repisa para etiquetas	S/ 500,00	2		S/ 1,000,00	
	Tablero de Gestión	S/ 100,00	1		S/ 100,00	
	Lecciones de un punto	S/ 3,00	18		S/ 54,00	
	Balde de Pintura	S/ 55,00	3		S/ 165,00	
	Papelería	S/ 30,00				
				2		S/ 60,00
	Letreros	S/ 10,00	20		S/ 200,00	
	Útiles de limpieza (escobas, recogedores, etc.)	S/ 60,00	4		S/ 240,00	
	Organización de las charlas.	S/ 50,00	14		S/ 700,00	
	EPP'S (botas, mascarillas, guardapolvos)	S/ 128,00	10		S/ 1 280,00	
Reuniones de capacitación inductora de 5S y mantenimiento autónomo (5 horas)	Costo de Operarios (incluye calidad)	S/ 4,81	10	5	S/ 240,38	
	Costo de supervisores	S/ 12,02	2	1	S/ 24,04	
	Costo del jefe	S/ 19,23	1	5	S/ 96,15	
	Costo del capacitador	S/ 300,00	1	5	S/ 1 500,00	
Capacitación profunda en equipo de mejora continua 2 horas	Costo de supervisores	S/ 12,02	1	2	S/ 24,04	
	Costo del jefe	S/ 19,23	1	2	S/ 38,46	
	Equipo Lean	S/ 100,00	1	2	S/ 200,00	
	Costo del capacitor	S/ 300,00	1	2	S/ 600,00	
Costo de reunión de implementación de la 1S y 2S (8 hrs. operarios, 4 horas)	Costo de Operarios	S/ 4,81	10	8	S/ 384,62	
	Costo de supervisores	S/ 12,02	1	4	S/ 48,08	
	Equipo Lean	S/ 100,00	1	8	S/ 800,00	
	Auditorías 1S Y 2 S	S/ 300,00	1	2	S/ 600,00	
Costo de reunión de implementación de 3S y 4S (8 horas)	Costo de Operarios	S/ 4,81	10	8	S/ 384,62	
	Equipo Lean	S/ 100,00	1	8	S/ 800,00	
	(Consultor Senior)	S/ 300,00	1	2	S/ 600,00	
Costo de monitoreo y revisión general (4 horas)	Costo de supervisores	S/ 12,02	1	4	S/ 48,08	
	Costo del jefe	S/ 19,23	1	4	S/ 76,92	
	Equipo Lean (Consultor)	S/ 100,00	1	4	S/ 400,00	
	Auditorías 5S	S/ 300,00	1	2	S/ 600,00	
TOTAL					S/ 11 264,38	

Tabla 7.7

Cronograma para la implementación de soluciones

Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	
Planificar										
Formación de equipo de trabajo	■									
Capacitaciones iniciales		■								
Capacitaciones profundas		■								
Hacer										
Implementación de la 1S			■							
Implementación de la 2S				■						
Implementación de la 3S					■					
Autónomo						■				
Implementación de la 4S y 5S							■			
Verificar										
Auditorías			■							
Actuar										
Planes de Mejora									■	

Tabla 7.8

Variación en el MTBF (mensual)

N°	Indicadores Post-Implementación			Antes		Después	
	Máquina	Cantidad	Tiempo de Operación	N° fallas	MTBF	N° fallas	MTBF
1	CNC	1	208	2	104,0	1	208,0
2	Termoformadora	1	208	24	8,7	8	26,0
3	Termoformadora	1	208	22	9,5	6	34,7
4	Troqueladora	1	208	30	6,9	5	41,6
5	Troqueladora	1	208	36	5,8	6	34,7

Donde:

- Número de fallas consideradas son mensuales
- Tiempo de operación considerado son 208 horas en un mes

Para el MTTR, se ve una reducción, pues las fallas disminuyeron y también los tiempos para reparar, debido a que los colaboradores realizan un mantenimiento autónomo.

Tabla 7.9*Variación en el MTTR (mensual)*

Indicadores Post-Implementación			Antes			Después		
N.º	Máquina	Cantidad	Tiempo Para Reparar	N.º fallas	MTTR	Tiempo Para Reparar	N.º fallas	MTTR
1	CNC	1	6	2	3,0	2,0	1	2,0
2	Termoformadora	1	26	24	1,1	5,0	8	0,6
3	Termoformadora	1	22	22	1,0	5,0	6	0,8
4	Troqueladora	1	20	30	0,7	2,0	5	0,4
5	Troqueladora	1	18	36	0,5	2,0	6	0,3

Donde:

- Número de fallas consideradas es mensual
- Tiempo para reparar considerado es el acumulado en un mes

Finalmente, el indicador OEE se ve afectado positivamente, pues se incrementan sus valores de calidad, disponibilidad y rendimiento por cada máquina.

Tabla 7.10*Variación en el OEE*

Indicadores Post-Implementación				Antes			Después			
Nº	Máquina	Cant	Disp.	Rend.	Calid ad	OEE	Disponibili dad	Rendimien to	Calid ad	OEE
1	CNC	1	0,98	0,9	0,9	79%	0,99	0,90	0,90	80%
2	Termoformadora	1	0,9	0,85	0,8	61%	0,95	0,90	0,85	73%
3	Termoformadora	1	0,9	0,85	0,8	61%	0,95	0,90	0,85	73%
4	Troqueladora	1	0,9	0,8	0,8	58%	0,95	0,90	0,85	73%
5	Troqueladora	1	0,9	0,8	0,8	58%	0,95	0,90	0,85	73%

Análisis económico de las soluciones:

Consideraciones para el análisis económico

- Todo aporte de capital económico para las soluciones será realizado por la empresa. No usará financiamiento externo
- El año 0 es 2019, el horizonte de evaluación del Proyecto es 5 años
- Los cálculos y métricas obtenidos son basados en los datos al año 2019
- No se considera la variación del tipo de cambio. Todos los montos detallados estarán en soles.
- Para facilitar los cálculos, se considera un costo de oportunidad (COK) de 15%.

Tabla 7.11

Costo del equipo de implementación del proyecto

N.º	Cantidad	Costo	Días laborales por mes	Costo/ día	Horas	Costo /hora
Operarios	8	S/ 1 000,00	26	S/ 38,46	8	S/ 4,81
Supervisor	1	S/ 2 500,00	26	S/ 96,15	8	S/ 12,02
Jefe de Producción	1	S/ 4 000,00	26	S/ 153,85	8	S/ 19,23
Consultor Senior Lean	1	-	-	-	-	S/ 300,00
Consultor Junior Lean	1	-	-	-	-	S/ 100,00

Costo de Ahorros generados por la implementación del proyecto

Costo de ahorro debido a la implementación del mantenimiento autónomo

Debido al mantenimiento autónomo, se tendrá una disminución del tiempo destinado a la reparación de las máquinas, el cual es de 76 horas mensuales. Este mismo, traducido en años, sería de 912 horas. Si se multiplica por el costo por hora del operario (S/ 4.81), se obtiene el ahorro de S/ 4 384.62 anuales. El detalle se muestra en la tabla 7.12.

Tabla 7.12*Costo por la variación del tiempo de reparación de cada máquina*

Nº	Maquinas	Tiempo de reparación acumulado mensual- Antes(horas)	Tiempo de reparación acumulado mensual- Después(horas)	Diferencia (horas)
1	CNC	6	2,0	4,0
2	Termo formadora	26	5,0	21,0
3	Termo formadora	22	5,0	17,0
4	Troqueladora	20	2,0	18,0
5	Troqueladora	18	2,0	16,0
	Total	92	16	76,0
		Diferencia anual(horas)		912
Ahorro (H-H) S/				S/ 4 384,62

Costo de ahorro debido a la implementación de las 5Ss**Costos de ahorro por reducción del tiempo de búsqueda de herramientas**

Debido a la aplicación de las 5Ss se tendrá una disminución del de búsqueda de herramientas, se considera que en promedio un operario pierde 15 minutos al día. El cual disminuirá a 5 minutos, al realizar el producto por la cantidad de operarios (10), se obtiene que hay un ahorro de 513.3 horas anuales, traducido a costos sería de S/ 2467.95 anuales. El detalle se muestra en la tabla 7.13.

Tabla 7.13*Costo por la variación del tiempo de búsqueda de herramientas*

Detalle	Cantidad de personas	Tiempo de búsqueda de herramientas (minutos)	Tiempo de búsqueda de herramientas total(minutos)	Total, anual (minutos)	Total, anual (horas)
Antes	10	15	150	46 200	770
Después de 5s	10	5	50	15 400	256,67
		Variación en horas anuales			513,33
Ahorro (H-H) S/				S/ 2 467,95	

Costos de ahorro por reducción del % de productos defectuosos

Debido a la aplicación de las 5Ss se tendrá una disminución de los productos defectuosos, solo a la categoría que se rechaza por manchas o daños, se ha calculado que estas representan un 0.012 %, y se planea reducirlas a 0.002, esto traducido a costos de ahorro es un total de S/ 3240 anuales. El detalle se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.14

Costo por la variación del % de calidad de productos defectuosos

Concepto	Actual (%)	Después (%)	Red. (%)	Cant.	Cantidad de defectuosos	Costo unitario	Ahorro
Defectuosos	0,012	0,01	0,002	216 000	432	S/ 7,50	S/ 3 240,00

Costos totales por ahorros

El costo total por ahorro es de S/ 10092.56 anuales.

Tabla 7.15

Total de ahorros generados

Indicadores	Ahorros Generados
Tiempo para reparar	S/ 4 384,62
Tiempo de búsqueda de herramientas	S/ 2 467,95
Defectuosos	S/ 3 240,00
Total	S/ 10 092,56

Evaluación económica del proyecto

Se considera un horizonte de evaluación de cinco años para el proyecto.

- Los egresos o costos para mantener el proyecto, se consideran un 50% de la inversión inicial a lo largo de los años, esto para auditorías para mantener la implementación, capacitaciones y materiales que puedan necesitarse.

El detalle se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.16

Flujo económico del proyecto

Elemento	0	1	2	3	4	5
Ahorros	0	10 093	10 093	10 093	10 093	10 093
Egresos	0	5 632	5 632	5 632	5 632	5 632
Ingresos-Egresos	-11 264	4 460	4 460	4 460	4 460	4 460

El análisis de los indicadores financieros arroja valores positivos con respecto a la recuperación de la inversión esta se dará entre el año 3 y 4, para facilitar los cálculos se considera que será en el año 4. El indicador de beneficio/costo indica que se tiene un valor de 1,33, esto se traduce en que, por cada 1 sol invertido, se tendrá un beneficio de 1,33 soles. El valor del indicador B/C se muestra en la Tabla 7.17.

Tabla 7.17

Indicadores financieros

Indicadores	Valores
PAYBACK	4 año
B/C	1,33

CONCLUSIONES

- Con respecto al objetivo general, se logró diseñar un modelo de trabajo que minimice el tiempo de entrega de las órdenes del cliente.
- Con respecto al objetivo específico 1, se logró aplicar las 5S's y el Mantenimiento Autónomo en las áreas de producción y mantenimiento de la empresa. Algunos indicadores que mejoraron fueron los del MTBF, que se incrementó en 100%; en el CNC router, mientras que, en la empaquetadora, creció en 200%. Otro indicador que se incrementó fue el del MTTR, que se redujo en 33%, para el CNC router y en la troqueladora disminuyó en 40%. Por último, el OEE, se incrementó en 1%, en el caso del CNS router, mientras que en la empaquetadora creció en 26%.
- Con respecto al objetivo específico 2, se logró presentar las principales áreas de la empresa, cada una se mostró con su diagrama de procesos, haciendo hincapié en las principales actividades de cada una de ellas.
- Con respecto al objetivo específico 3, se logró identificar los principales problemas de la empresa, los cuales fueron, que no existía el involucramiento de los operarios en las principales operaciones productivas, carencia de plan de mantenimiento y limpieza, nulo estándar de procesos, baja iluminación y desorden de áreas, entre otros.
- Por último, con respecto al objetivo específico 4, se logró realizar un análisis económico para el proyecto, logrando un total de ahorro de S/10, 952 anuales, una recuperación de la inversión al cuarto año y el indicador de beneficio costo, muestra un valor de 1,33.

RECOMENDACIONES

A continuación, detallaremos las recomendaciones:

- Como todo proyecto de mejora, se necesita principalmente el apoyo y compromiso de la gerencia, en el presente caso, el máximo director de la organización es el investigador, es por eso que la implementación fue rápida y se obtuvieron resultados, de la misma forma él se compromete a seguir con la mejora continua a lo largo de los años.
- La implementación de las 5Ss es una filosofía de vida, requiere de mucho entrenamiento y constancia, por parte de cada uno de los colaboradores, esto implica que tendrán trabajos al principio, no solo porque incrementarán muchas veces su tiempo de trabajo diario, al dedicarse a labores de limpieza de su puesto y mantener todo en orden, pero se espera que con paciencia y mucha dedicación, estas actividades se incorporen y formen un hábito en ellos, de tal modo que no ocupen más tiempo de lo que es debido.
- El TPM, como tal, es complicado de aplicar, requiere de mucho tiempo y una inversión alta, es por eso que se recomienda que se pueda empezar por cada pilar, el más adecuado y fácil de combinar con las 5Ss es el de mantenimiento autónomo, que inicia con empoderar al colaborador con tareas de mantenimiento sencillas, las cuales puede realizar con la capacitación adecuada y seguridad siempre presente, de esta forma evitará paradas de producción.

REFERENCIAS

- Analistas económicos elevan expectativas de crecimiento del PBI para el 2020. (2020, 12 de enero). INEI: *Analistas económicos elevan expectativas de crecimiento del PBI para el 2020*. <https://gestion.pe/economia/analistas-economicos-elevan-expectativas-de-crecimiento-del-pbi-para-el-2020-noticia/?ref=gesr>
- Banco Central de Reserva del Perú. (2020, 12 de enero). *Encuestas de expectativas Macroeconómicas*. <https://www.bcrp.gob.pe/estadisticas/encuesta-de-expectativas-macroeconomicas.html>
- BCR: ¿Cuántos acuerdos comerciales mantiene Perú y cuántos están por venir?. (2020, 20 de enero). *La República*. <https://larepublica.pe/economia/2020/01/20/tlc-cuantos-acuerdos-comerciales-mantiene-el-peru-y-cuantos-estan-por-venir/>
- BCR: Intereses en créditos hipotecarios bajan por reducción de la tasa de referencia. (2020, 10 de enero). *La República*. <https://larepublica.pe/economia/2020/01/10/bcr-intereses-en-creditos-hipotecarios-baja-por-reduccion-de-tasa-de-referencia/>
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations and Production Management*, 34(7), 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Chauhan, G., & Singh, T. P. (2012). Measuring parameters of lean manufacturing realization. *Measuring Business Excellence*, 16(3), 57–71. <https://doi.org/10.1108/13683041211257411>
- Cioperú. (2020, 05 de febrero). La red: *Cómo lidiar con el impacto de la transformación digital*. <https://cioperu.pe/articulo/29648/la-red-como-lidiar-con-el-impacto-de-la-transformacion-digital/>
- Confiep. (2020, 06 de junio). Obligaciones laborales: *Lo que se viene para el 2020*. <https://www.confiep.org.pe/noticias/articulos-de-opinion/urge-una-reforma-politica-para-que-el-peru-siga-creciendo/>
- Consulting Perú. (2020, 06 de junio). *Urge una reforma política para que el Perú siga creciendo*. <https://consultingperu.com.pe/obligaciones-laborales-lo-que-se-viene-para-el-2020/>
- Curillo, E., Saraguro, R., Lorente, L., Ortega, E., & Machado, C. (2018). Aplicación de herramientas de manufactura esbelta en la empresa textil Anitex, Atuntaqui, Ecuador. *Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana*. <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/03/herramientas-empresa-anitex.html>
- Emprendedores. (2019, 18 de marzo). *MYPE ¿Qué beneficios tiene mi negocio?*. <https://emprendedores.tv.pe/mype-que-beneficios-tiene-mi-negocio/>

- ¿En qué sector trabaja la PEA ocupada y qué nivel educativo tiene?. (2019, 17 de setiembre). *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/economia/peru/inei-sectores-pea-ocupada-nivel-educacion-noticia-ecpm-676447-noticia/?ref=ecr>
- Jain, A., Bhatti, R. & Singh, H. (2014), "Total productive maintenance (TPM) implementation practice: A literature review and directions", *International Journal of Lean Six Sigma*, 5 (3), 293-323. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2013-0032>
- Mejia, S. & Rau, J. (2019). Analysis of Improvement for the implementation of lean manufacturing tools in the clothing line of a textile company in Lima. *17th LACCEI International Multi Conference for Engineering, Education and Technology*. 24-26 July, 2019. http://laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full_papers/FP236.pdf
- Mendoza, M. (2018) *Análisis y mejora de procesos de Graneles de Silos en un Operador Logístico aplicando herramientas de lean manufacturing*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12525>
- Organización Mundial de la Salud. (2020, 09 de abril). <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019>
- Perú: expectativas de inflación 12 meses bajan a 2.3% en junio. (2019, 11 de agosto). *América Economía*. <https://www.americaeconomia.com/economia-mercados/finanzas/peru-expectativas-de-inflacion-12-meses-bajan-23-en-julio>
- Sascó, S. (2019) *Análisis y propuesta de mejora aplicando herramientas de lean manufacturing en la línea de acabados de la construcción en una empresa fabricante de productos plásticos*. [Tesis de Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15272>
- Serrano, I. (2007). *Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos*. TDX [Tesis Doctorals en Xarxa, Universitat de Girona]. Repositorio institucional de la Universitat de Girona. <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/7957/tibl.pdf?sequence=4>
- Utilidad del pen drive en la actualidad. (2020, 05 de marzo). *Noticias de la Ciencia*. <https://noticiasdelaciencia.com/art/36994/utilidad-del-pen-drive-en-la-actualidad>

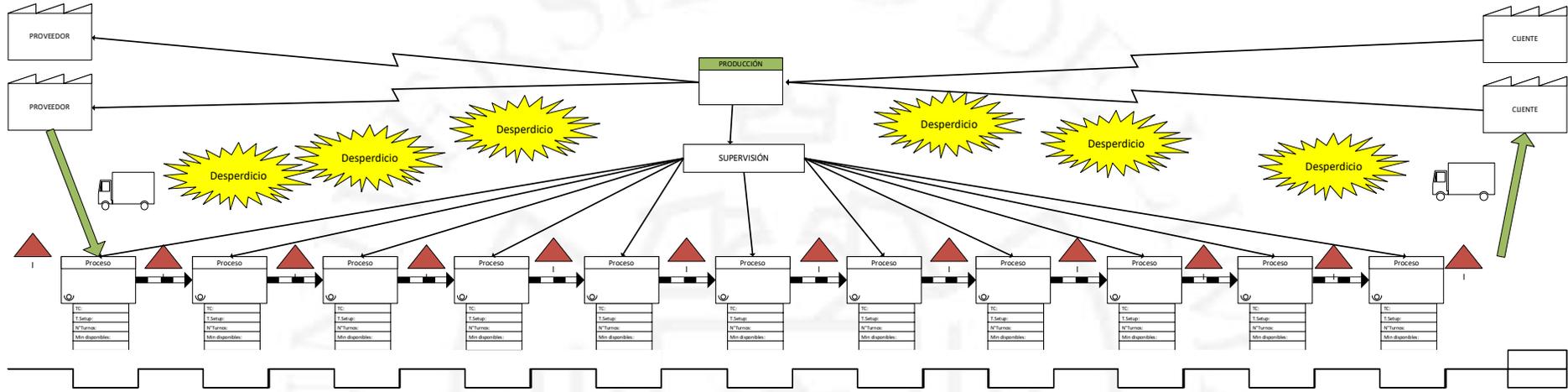
BIBLIOGRAFÍA

- Barletta, F., Pereira, M., Robert, V., & Yoguel, G. (2013). Argentina: dinámica reciente del sector de software y servicios informáticos. *Revista de la CEPAL*(110), 137-155. <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/1/50511/RVE110Yoqueletal.pdf>
- Choy, M., & Chang, G. (2014). Medidas macroprudenciales aplicadas en el Perú. Lima: Banco Central de Reserva del Perú. <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2014/documento-de-trabajo-07-2014.pdf>
- García Nieto, J. P. (2013). *Consturye tu Web comercial: de la idea al negocio*. Madrid: RA-MA.
- Walter Ibárcena Fernández, L. M. (2003). *Higiene y seguridad en la industria pesquera*. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman.
- Wittmann, R. (2006). ¿Hubo una revolución en la lectura a finales del siglo XVIII? En G. Cavallo, & R. Chartier, *Historia de la lectura en el mundo occidental* (págs. 435-472). México D.F.: Santillana.



ANEXOS

Anexo 2: Mapa de flujo de valor actual



Anexo 3. Mapa de flujo de valor futuro

