

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



**PROPUESTA DE MEJORA DEL ÍNDICE DE
PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA
FÁBRICA DE ALAMBRES Y CLAVOS MYL
S.A.C. BASADO EN LA IMPLANTACIÓN DE
HERRAMIENTAS DE LEAN
MANUFACTURING**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Cristhian Rubén Muñoz Cerna

Código 20120876

Asesor

Martín Fidel Collao Díaz

Lima – Perú

Octubre de 2020

**PROPOSAL TO IMPROVE THE
PRODUCTIVITY INDEX OF THE COMPANY
FÁBRICA DE ALAMBRES Y CLAVOS MYL
S.A.C. BASED ON THE IMPLEMENTATION
OF LEAN MANUFACTURING TOOLS**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Antecedentes de la empresa.....	2
1.1.1. Breve descripción de la empresa y reseña histórica.....	2
1.1.2. Descripción de los productos ofrecidos.....	4
1.1.3. Descripción del mercado objetivo de la empresa.....	8
1.1.4. Estrategia general de la empresa.....	8
1.1.5. Descripción de la problemática actual.....	9
1.2. Objetivos de la investigación.....	9
1.3. Alcances y limitaciones de la investigación.....	9
1.3.1. Unidad de análisis.....	9
1.3.2. Población.....	9
1.3.3. Espacio.....	10
1.3.4. Tiempo.....	10
1.4. Justificación de la investigación.....	10
1.5 Hipótesis de la investigación.....	11
1.6. Marco referencial de la investigación.....	11
1.7. Marco conceptual de la investigación.....	12
CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL PROCESO A SER MEJORADO.....	15
2.1. Análisis externo de la empresa.....	15

2.1.1.	Análisis del entorno global.....	15
2.1.2.	Análisis del entorno competitivo.....	17
2.1.3.	Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno.....	20
2.2.	Análisis interno de la empresa	20
2.2.1...	Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales.....	20
2.2.2.	Análisis de la estructura organizacional.....	22
2.2.3.	Identificación y descripción general de los procesos clave.....	23
2.2.4.	Análisis de los indicadores generales de los procesos clave.....	26
2.2.5.	Determinación de posibles oportunidades de mejora.....	29
2.2.6.	Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa.....	31
2.2.7.	Selección del proceso a mejorar.....	32
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....		34
3.1.	Análisis del proceso de producción de clavos	34
3.1.1.	Descripción detallada del proceso de producción de clavos.....	34
3.1.2.	Análisis de los indicadores específicos de desempeño del proceso de producción de clavos.....	42
3.2.	Determinación de la causa raíz de los problemas hallados	43
CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN		48
4.1.	Planteamiento de alternativas de solución.....	48
4.2.	Selección de alternativas de solución.....	51
4.2.1.	Determinación y ponderación de criterios de evaluación de las alternativas.....	51
4.2.2.	Evaluación cualitativa y/o cuantitativa de alternativas de solución.....	52
4.2.3.	Priorización de soluciones seleccionadas.....	56
CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES.....		58
5.1.	Ingeniería de la solución.....	58
5.2.	Plan de implementación de la solución.....	107

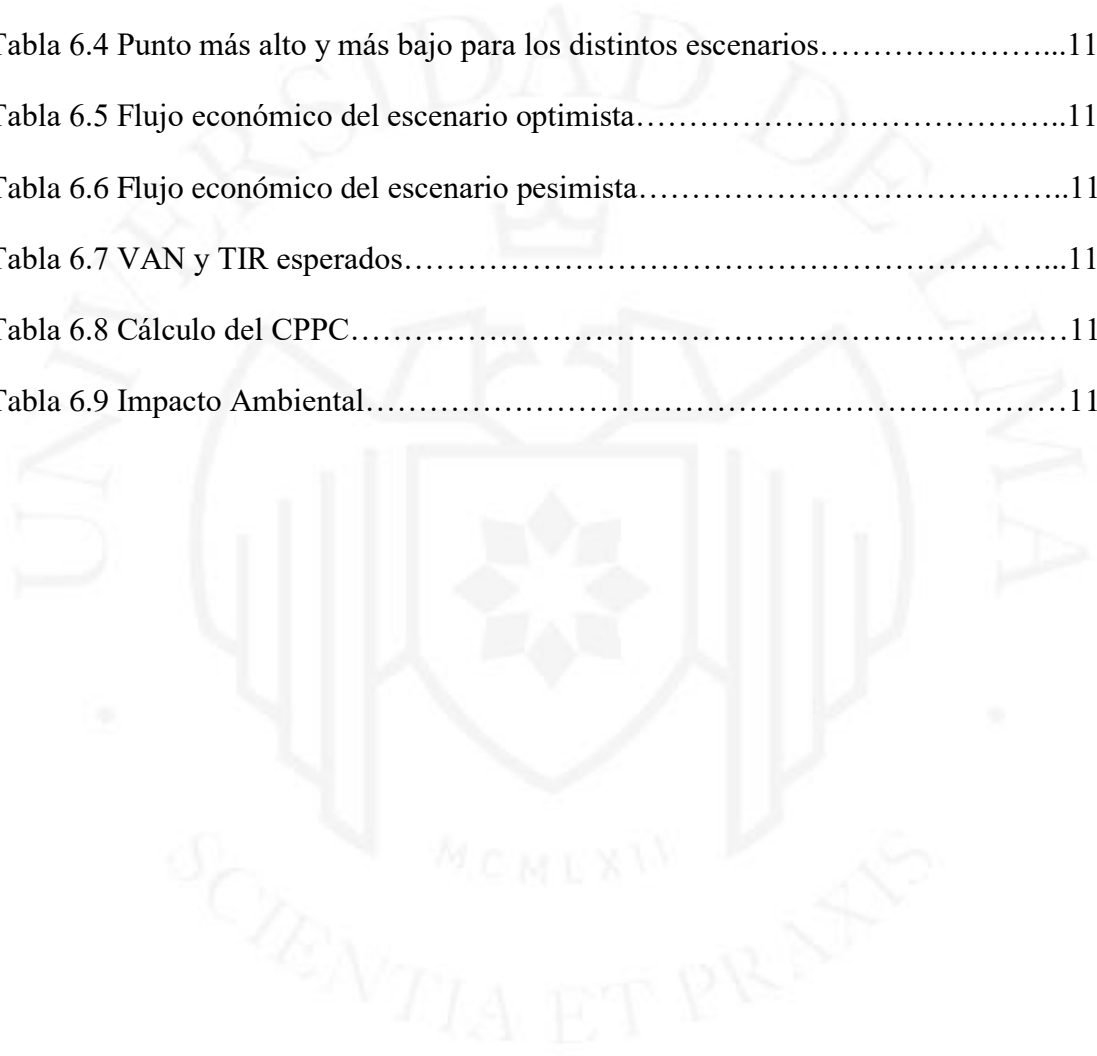
5.2.1. Objetivos y metas.....	107
5.2.2. Elaboración del presupuesto general requerido para la implementación de la propuesta solución.....	109
5.2.3. Actividades y cronogramas de implementación de la propuesta solución.....	110
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA Y BENEFICIOS	
ESPERADOS	112
6.1. Evaluación cualitativa de la solución propuesta	112
6.2. Determinación de escenarios para la solución propuesta.....	113
6.3. Análisis del impacto social y ambiental de la solución.....	117
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	120
REFERENCIAS.....	121
BIBLIOGRAFIA.....	123
ANEXOS.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Productos producidos y comercializados por Myl SAC en el año 2,018.....	4
Tabla 1.2 Clasificación de los clavos.....	7
Tabla 1.3 Calidad de los productos Myl SAC.....	8
Tabla 1.4 Objetivos de la Investigación.....	9
Tabla 1.5 Justificación de la investigación.....	10
Tabla 2.1 Matriz PEST.....	16
Tabla 2.2 Matriz de perfil competitivo.....	18
Tabla 2.3 Elementos de la visión Myl SAC.....	20
Tabla 2.4 Elementos de la misión Myl SAC.....	21
Tabla 2.5 Ponderación Tabla de Klein.....	32
Tabla 2.6 Factor Klein-Proceso de Trefilado.....	32
Tabla 2.7 Factor Klein-Proceso de producción de clavos.....	32
Tabla 2.8 Factor Klein-Proceso de Pulido y Encajado.....	33
Tabla 2.9 Ponderación desempeño de procesos.....	33
Tabla 3.1 Causas raíces de problemas identificados.....	46
Tabla 4.1 Pesos de criterios y escalas de calificación	48
Tabla 4.2 Matriz de selección de causas principales.....	49
Tabla 4.3 Ranking de causas.....	49
Tabla 4.4 Escala de calificación y pesos de criterios para la selección de soluciones....	52
Tabla 4.5 Alternativas de solución para la causa 1.....	52
Tabla 4.6 Matriz de enfrentamiento.....	54
Tabla 4.7 Valoración de alternativas.....	54

Tabla 4.8 Alternativa de solución para la causa 3.....	55
Tabla 4.9 Alternativa de solución para la causa 4.....	55
Tabla 4.10 Matriz de enfrentamiento – Soluciones propuestas.....	56
Tabla 5.1 Personal en planta.....	64
Tabla 5.2 Cantidad (kg) de Inventario Promedio.....	66
Tabla 5.3 Área de almacenes.....	67
Tabla 5.4 Elementos estáticos y móviles para el método Guerchet.....	68
Tabla 5.5 Coeficiente de evolución.....	68
Tabla 5.6 Elementos estáticos del Guerchet.....	69
Tabla 5.7 Elementos móviles del Guerchet.....	69
Tabla 5.8 Producción perdida por carga de lote a T-3 en jornada de 8 hrs con layout actual.....	74
Tabla 5.9 Incremento porcentual de los indicadores de productividad.....	74
Tabla 5.10 Ahorro anual de personal en planta.....	74
Tabla 5.11 Toma de tiempo en cambio de utillaje.....	82
Tabla 5.12 Actividades externas e internas del cambio de utillaje en la máquina clavera.....	87
Tabla 5.13 Segunda etapa de la propuesta de implementación SMED.....	89
Tabla 5.14 Cuadro resumen de los resultados de la etapa 2.....	90
Tabla 5.15 Tercera etapa SMED.....	92
Tabla 5.16 Tiempo ahorrado en cambio de utillaje (%).....	93
Tabla 5.17 Incremento de PMO y PMP.....	93
Tabla 5.18 Criterios para dar puntaje a las causas del Ishikawa.....	101
Tabla 5.19 Ranking de causas.....	101
Tabla 5.20 Porcentaje acumulado de causas.....	102
Tabla 5.21 Aumento de PMO y PMP de propuestas desarrolladas.....	107

Tabla 5.22 Histórico de ventas en kilos de cajas de clavos.....	109
Tabla 5.23 Presupuesto en soles de las soluciones propuestas.....	110
Tabla 5.24 Cronograma de implementación de las soluciones propuestas.....	111
Tabla 6.1 Flujo económico de la solución.....	112
Tabla 6.2 VAN y TIR del proyecto.....	113
Tabla 6.3 Porcentaje de diferencia entre el escenario pesimista y optimista.....	114
Tabla 6.4 Punto más alto y más bajo para los distintos escenarios.....	114
Tabla 6.5 Flujo económico del escenario optimista.....	115
Tabla 6.6 Flujo económico del escenario pesimista.....	115
Tabla 6.7 VAN y TIR esperados.....	116
Tabla 6.8 Cálculo del CPPC.....	117
Tabla 6.9 Impacto Ambiental.....	118



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Familia de productos Myl SAC.....	5
Figura 1.2 Producto de consumo industrial.....	5
Figura 1.3 Composición química del alambre.....	6
Figura 1.4 Producto de consumo semi - industrial.....	6
Figura 1.5 Alambres y clavos que comercializa Myl SAC.....	7
Figura 2.1 Análisis de las cinco fuerzas de Porter.....	17
Figura 2.2 Organigrama Myl SAC.....	23
Figura 2.3 Macroproceso de Myl SAC.....	23
Figura 2.4 Diagrama de bloques del proceso de producción de Myl SAC.....	24
Figura 2.5 Producción de clavos bajo supervisión.....	26
Figura 2.6 Producción de clavos sin supervisión.....	27
Figura 2.7 Producción vs venta del año 2,017.....	27
Figura 2.8 Producción vs venta del año 2,018.....	28
Figura 2.9 Producción de clavos vs venta de clavos del año 2,018.....	29
Figura 3.1 Manipulación del alambre.....	34
Figura 3.2 Preparación del alambre para su proceso.....	35
Figura 3.3 Máquina sacapuntas.....	35
Figura 3.4 Reducción óptima del trefilado.....	36
Figura 3.5 Decapado mecánico para la eliminación de escoria.....	36
Figura 3.6 Jabonera del proceso de trefilado.....	37
Figura 3.7 Geometría de la hilera de trefilado.....	37

Figura 3.8 Proceso óptimo de trefilación para el alambre #16.....	38
Figura 3.9 Portarrollos cargado con alambre.....	38
Figura 3.10 Cuchillas de corte para máquina clavera.....	39
Figura 3.11 Mordaza de máquina clavera.....	40
Figura 3.12 Máquina clavera de procedencia española.....	40
Figura 3.13 Diagrama de Operaciones del Proceso – Producción de clavos en cajas de 30 kgs.....	41
Figura 3.14 Diagrama Ishikawa para la baja productividad en la producción de clavos.....	43
Figura 4.1 Diagrama de Pareto.....	50
Figura 5.1 Actividades para desarrollar la propuesta Layout.....	58
Figura 5.2 Seis etapas para el Layout.....	60
Figura 5.3 Plano en blanco de planta.....	60
Figura 5.4 Secuencia de operaciones producción de clavos.....	62
Figura 5.5 Diagrama de análisis del proceso.....	65
Figura 5.6 Propuesta de Layout de Myl SAC.....	70
Figura 5.7 Layout actual Myl SAC.....	71
Figura 5.8 Propuesta de Layout para Myl SAC.....	73
Figura 5.9 Diagrama de recorrido actual.....	76
Figura 5.10 Diagrama de recorrido propuesto.....	77
Figura 5.11 Etapas del desarrollo de la propuesta SMED.....	79
Figura 5.12 Distribución de los operarios del área de fabricación de clavos.....	80
Figura 5.13 Caja de mordaza en proceso de limpieza.....	83
Figura 5.14 Caja de mordaza lista para anclar a la máquina.....	83
Figura 5.15 DAP del operario en cambio de utillaje para la producción de clavos.....	84
Figura 5.16 Diagrama de recorrido para el cambio de utillaje en la fabricación de clavos.....	86

Figura 5.17 Actividades externas e internas de la limpieza menor.....	91
Figura 5.18 Actividades externas e internas de la limpieza mayor.....	91
Figura 5.19 Etapas de la propuesta Poka – Yoke.....	95
Figura 5.20 Estado inicial en la mesa de trabajo.....	97
Figura 5.21 Eliminación de elementos innecesarios.....	97
Figura 5.22 Acumulación de innecesarios en anaqueles.....	97
Figura 5.23 Uso de cajas de acero inoxidable para elementos necesarios.....	98
Figura 5.24 Flujograma de secuencia de actividades que realiza el operario al iniciar la jornada.....	99
Figura 5.25 Diagrama de Ishikawa para la propuesta Poka – Yoke.....	100
Figura 5.26 Diagrama de Pareto para la propuesta Poka – Yoke.....	102
Figura 5.27 Encuesta de prioridades en el trabajo.....	103
Figura 5.28 Resultados de la encuesta.....	104
Figura 5.29 Formato check list.....	105
Figura 5.30 Presentación de la propuesta Poka – Yoke.....	106
Figura 5.31 Producción real vs Producción meta del período octubre 2,018 – octubre 2,019.....	108
Figura 5.32 Pronóstico de la producción esperada de clavos vs las ventas proyectadas para el año 2,020.....	109
Figura 6.1 Ventas Netas 2.018 en S/.....	113

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Propuesta layout para Myl SAC.....	125
Anexo 2: Cálculo del CAPM.....	127



RESUMEN

El objetivo general de esta propuesta de mejora es incrementar el índice de productividad de la empresa Fábrica de Alambres y Clavos Myl S.A.C. y para ello cuenta con seis capítulos los cuales se describirán a continuación.

En el capítulo I, se presenta una breve reseña histórica de Myl S.A.C. Hace referencia a los productos ofrecidos, tipos de clientes y la definición de la hipótesis del proyecto.

En el capítulo II, se analizó el entorno externo e interno de la empresa determinando así la matriz PEST y las cinco fuerzas de Porter con la finalidad de identificar las oportunidades y debilidades que posee.

En el capítulo III, se conocerá a detalle el flujo de transformación de la materia prima hasta ser producto terminado (trefilado, producción de clavos, pulido y encajado), qué indicadores utiliza la empresa para medir su productividad y la identificación de la causa raíz al problema de la baja productividad gracias al uso del diagrama Ishikawa.

En el capítulo IV y V, con el uso del Diagrama de Pareto se identificarán las principales causas raíces para plantear alternativas solución que con métodos de ingeniería se seleccionará el más rentable y se procederá a desarrollar la ingeniería de la solución detallando las etapas que se deben realizar para lograr los objetivos especificados en los puntos anteriores.

En el capítulo VII, se determinó finalmente que el proyecto es viable económicamente pues se obtuvo un VAN S/. 45.210,94 y un TIR 14,95 % mayor al CAPM 12,72 %.

Palabras clave: Incrementar el índice de productividad, hipótesis del proyecto, trefilado, producción de clavos, pulido y encajado, diagrama Ishikawa, Diagrama de Pareto.

ABSTRACT

The general objective of this improvement proposal is to incrementar el índice de productividad of the company Fábrica de Alambres y Clavos Myl S.A.C. and for this it has six chapters which will be described below.

In chapter I, we present a brief historical review of Myl S.A.C. We refer to the products they offer, the types of customers they have and the definition of the hipótesis del proyecto.

In chapter II, the external and internal environment of the company was analyzed, thus determining the PEST matrix and the five forces of Porter in order to identify the opportunities and weaknesses that it possesses.

In Chapter III, the flow of transformation of the raw material until it is finished product will be known in detail (trefilado, producción de clavos, pulido y encajado), what indicators the company uses to measure its productivity and the identification of the root cause of the problem of low productivity thanks to the use of diagrama Ishikawa.

In chapter IV and V, with the use of Diagrama de Pareto, the main root causes will be identified to propose alternative solutions that, with engineering methods, will be selected the most profitable and will proceed to develop the engineering of the solution detailing the stages that should be perform to achieve the objectives specified in the previous points.

In Chapter VII, it was finally determined that the project is economically viable as a VAN S /. 45,210.94 and a TIR 14.95% higher than the CAPM 12.72%.

Keywords: Incrementar el índice de productividad, hipótesis del proyecto, trefilado, producción de clavos, pulido y encajado, diagrama Ishikawa, Diagrama de Pareto.

INTRODUCCIÓN

Fábrica de Alambres y Clavos Myl S.A.C. es una empresa familiar con 33 años de trayectoria en el mercado. Los fundadores son una pareja de esposos que llegaron de Trujillo hacia Lima con la finalidad de poder cumplir sus sueños, tener una propia fábrica que pueda sustentar y mejorar la calidad de vida de su familia, a pesar de que ambos no contaban con estudios superiores.

Iniciaron sus operaciones con un consumo mensual de materia prima de 30 toneladas, hoy en día llegan a consumir hasta 420 toneladas por mes.

Con el paso de los años, el margen de ganancia de 80% se fue reduciendo por temas como incrementos de pagos de impuestos por parte del estado, debido a su volumen de ventas, el precio de la materia prima se triplicó, mientras que el precio se mantenía igual en el mercado, mayor beneficio a los empleados y la empresa debía de cumplir más obligaciones financieras por mala toma de decisiones.

Sus competidores fueron aplicando métodos de ingeniería para reducir costos, adquirieron nuevas tecnologías no solo en maquinarias, sino softwares de apoyo con la intención de ser productivos. Mientras que Myl S.A.C. continuaba con los mismos procesos de cuando iniciaron sus operaciones sin buscar la mejora continua. La falta de ingeniería se hizo notable con el paso de los años y el resultado de sus ejercicios.

El presente trabajo de investigación tiene la finalidad de realizar una propuesta de inversión sustentada a detalle aplicando herramientas del lean manufacturing e inculcando la cultura de la mejora continua, no solo a los empleados, sino a los gerentes, con el objetivo de incrementar el índice de productividad, que es lo principal en una empresa manufacturera, para reducir drásticamente costos innecesarios e incrementar la producción para cumplir a tiempo con la entrega de pedidos hacia los clientes.

CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes de la empresa

1.1.1. Breve descripción de la empresa y reseña histórica

Fábrica de Alambres y Clavos Myl S.A.C. de RUC 20102169400 es una empresa peruana dedicada a la producción y comercialización de alambres recocidos, clavos y sus derivados alrededor del Perú.

Se comercializan tres tipos de productos que son; de consumo industrial, consumo semi - industrial y consumo masivo.

Dentro de consumo industrial se tiene el producto alambrón¹, un alambre de acero de bajo contenido de carbono con un diámetro estandarizado de 5.50mm² que sirve de materia prima para empresas como Postes del Perú, Postes Nacionales, entre otros, en el proceso de centrifugado, como también empresas que hacen balanzas de pie y para el soporte de las carretillas. Estos representan a lo mucho el 4% de las ventas.

De consumo semi - industrial, el alambre trefilado que varían desde diámetro de 7.80mm hasta 1.43mm para las industrias metal mecánicas que elaboran diversos productos, como jaulas para panales de abejas, jaulas para animales domésticos, alambre con púas, ganchos de cortina, tornillos de diversos calibres, argollas para arneses de seguridad, argollas para correas, rastrillos, ejes para carros de juguetes, puntas para fabricar trompos, electrodos de soldadura, entre otros. Representan aproximadamente el 10% de las ventas.

¹ Nombre de la materia prima utilizada para la producción de alambres trefilados, recocidos, clavos y sus derivados.

² Diámetro estandarizado a nivel mundial, existen otros diámetros como 6.50mm, 8.00mm y 10.00mm.

Finalmente, de consumo masivo, donde centraremos el presente trabajo de investigación, los clavos que se venden en cajas de cartón de 30kg y los alambres recocidos que se venden en rollos de 50kg o 100kg donde los consumidores finales son los obreros en diversos proyectos. Las ventas mensuales de este tipo de producto representan más del 80%.

Reseña Histórica:

En los años 80 una pareja joven de esposos, Sebastián Cerna Torres y María Luisa Pérez Castañeda, llegaron desde Trujillo a Lima e iniciaron con la adquisición de un local, en ese entonces, rodeado de chacras en la actual zona industrial de Comas, Avenida Trapiche a la altura del Km 22 de la Panamericana Norte, iniciando sus operaciones como distribuidores de fierros, entre otros.

El Sr. Cerna tenía amplia experiencia técnica en el rubro de alambres y clavos, conocimiento sobre el proceso de trefilado, ensamblado de máquinas trefiladoras y mantenimiento en general, como también, conocimiento del funcionamiento total de máquinas claveras, se había desempeñado como jefe de planta en distintas empresas y fue reconocido por su desempeño, fue así como pasaron los años y decidió aprovechar su local y adquirió, por parte de un compañero suyo, un Gerente Italiano de una fábrica de alambres y clavos, Trefide S.A., unas máquinas trefiladoras en desuso a bajo precio, entonces las repotenció y gracias a sus contactos de materia prima, traídas desde Chimbote, inició con su producción de trefilado y posteriormente adquirió máquinas claveras para hacer clavos.

Fue así como nació la empresa “Fábrica de Alambres y Clavos Myl S.A.C.”, M por el nombre de su esposa María; Y, por el nombre de su primera hija Ynés; y, L por el nombre de su segunda hija, Lourdes. Inició sus operaciones el 01 de Mayo de 1987, con un par de trefiladoras y un par de máquinas claveras, con una presentación de caja de madera para sus cajas de clavo y un consumo anual de materia prima de 360 toneladas, construyeron un horno artesanal de capacidad de 6 toneladas a petróleo para recocer sus alambres trefilados.

La fábrica amplió sus operaciones con el paso de los años y actualmente posee 49 máquinas claveras de distinto origen de países como, India, China, Japón, Italia, Alemania, Republica Checa y España y las máquinas trefiladoras fueron ensambladas en la fábrica desde cero por el actual Gerente General de la empresa, Sebastián Cerna Torres.

Hoy en día se tiene un consumo anual de materia prima de 3.831 toneladas.

1.1.2. Descripción de los productos ofrecidos

En la Tabla 1.1 se detallan los productos que Myl SAC produce y comercializa, como también su venta anual en toneladas del año 2018.

Tabla 1.1

Productos producidos y comercializados por MYL SAC en el año 2018

Tipo de Producto	Envase	Unidad	Peso por Unidad	Venta Anual en Toneladas
Clavo	Caja	Kgs	30 Kgs	1.660,00
Alambre Recocido	Rollo	Kgs	50 Kgs / 100 Kgs	1.740,00
Alambre Trefilado	Rollo	Kgs	50 Kgs / 100 Kgs	300,00
Alambrón	Rollo	Kgs	2.000 Kgs	132,00
Grapas	Caja	Kgs	20 Kgs	8,00
Varillas	Paquete	50 Varillas	6,20 Kgs	7,20
Clavo de Calamina	Caja	Kgs	20 Kgs	9,60
Venta Anual de Producto Terminado:				3.856,80

Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

En la figura 1.1 podemos observar los tipos de productos que produce y comercializa MYL SAC, en distintos mercados dirigidos a distintos tipos de clientes finales.

Figura 1.1

Familia de Productos Myl SAC



Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

Dentro del consumo industrial se encuentra el Alambrón, figura 1.2, un acero de bajo contenido de carbono, debido a que en su composición química lleva un 6% u 8% de Carbono como podemos ver en la Figura 1.3, este material cumple con los requerimientos químicos y físicos principalmente para nuestros clientes que fabrican postes de cemento, este material proviene de China, diversas marcas con certificado de calidad provenientes de fábricas como Benxi, Yingkou, Shagang y Zenith, también empresas que se dedican a hacer balanzas de pie. Cada rollo de alambrón tiene un peso aproximado de 2 mil kilos y se manobra gracias a un montacarga, cada rollo viene sujeto con 4 amarres equidistantes para fácil manipulación, estos amarres son del mismo material que el alambrón.

Figura 1.2

Producto de consumo industrial



Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

Figura 1.3

Composición química del Alambrón

品名 COMMODITY		Wire rod		C	Si	Mn
牌号 GRADE	SAE1006CrQZ	化学成分 CHEMICAL COMPOSITION		0.04	0.08	0.32
规格 SIZE	Φ5.500 (mm)	P	S	Cr		
重量 WEIGHT	2074 (kg)	0.018	0.028	0.33		
批号 BATCH-NO.	U70091124	认证识别 CERTIFICATION MARK				
盘号 COTL NO.	010	班别 SHIFT	A			
生产日期 DATE	2017-11-13					
生产许可证号 LICENCE-NO.						
产品标准 STANDARD	RVI 161-2015	MADE IN CHINA				

Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

Dentro del consumo semi-industrial tenemos los alambres trefilados que se venden en rollos de 50Kg o 100Kg según el requerimiento del cliente para su fácil manejo, sujeto de 3 amarres equidistantes. Existen infinidad de productos en el mundo de la metal mecánica, desde jaula para aves, ganchos para cortinas, argollas para arneses de seguridad, entre otros, al utilizar nuestro alambre trefilado; también para pasar por un proceso de zincado³ o galvanizado⁴.

Figura 1.4

Producto de consumo semi-industrial



Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

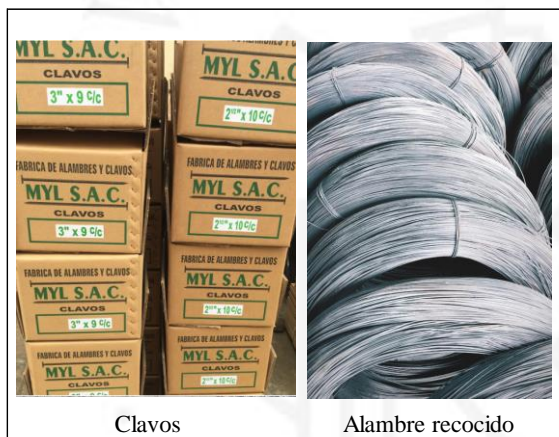
³ Recubrimiento con un baño de zinc para proteger la pieza de oxidación y corrosión.

⁴ Proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro.

Finalmente, los productos de consumo masivo, en la Figura 1.5 observamos las cajas de clavos de 30kgs que produce y comercializa la empresa, como también los alambres recocidos #16 y #8, en rollos de 50kgs y 100kgs, estas últimas nomenclaturas se refieren a los diámetros de los alambres, siendo #16 un diámetro de alambre de 1.65mm y #8 un diámetro de 4.20mm. Para el caso de los clavos, la empresa separa sus productos en dos secciones: clavos chicos y clavos grandes, en la siguiente tabla 1.2 veremos la clasificación de los clavos; la nomenclatura del clavo es la siguiente. Un ejemplo para el clavo más comercial de construcción, clavo de 2 x 12 C/C, donde el número 2 se refiere al tamaño en pulgadas y el número 12 al calibre del alambre, en este caso un diámetro de 2.77mm y las siglas C/C, que es un clavo con cabeza.

Figura 1.5

Alambres y Clavos que comercializa Myl SAC



Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

Tabla 1.2

Clasificación de los clavos

Clavos Grandes	Clavos chicos	
2 x 11 C/C	1/2 X 19 C/C o S/C	2 1/2 X 13 C/C o S/C
2 X 12 C/C	5/8 X 19 C/C o S/C	3 X 12 C/C o S/C
2 1/2 X 10 C/C	3/4 X 18 C/C o S/C	
3 X 9 C/C	3/4 X 17 C/C o S/C	
3 1/2 X 8 C/C	1 X 16 C/C o S/C	
4 X 7 C/C	1 1/2 X 16 S/C	
5 X 6 C/C	1 1/4 X 15 C/C o S/C	
6 X 4 C/C	1 1/2 X 15 C/C o S/C	
7 X 4 C/C	2 x 13 C/C	
8 X 2 C/C	2X 14 C/C o S/C	

Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC.

1.1.3. Descripción del mercado objetivo de la empresa

Al ser un producto de consumo masivo el mercado objetivo de la empresa va dirigido hacia los consumidores finales que en su mayoría son los maestros de obra, cumpliendo con los estándares de calidad, en la tabla 1.3 observaremos los estándares de calidad que deben cumplir los alambres y clavos que ofrece la empresa.

Tabla 1.3

Calidad de los productos MYL SAC

Estándares de Calidad

Clavos	Alambre recocido
Calibre exacto en el clavo	Diámetro exacto
Medidas exactas en las dimensiones	Alambre maleable
Espiga totalmente recta	Color azul acero
Cabeza centrada	
Punta en forma de Paris	
Resistencia mecánica	

Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC.

1.1.4. Estrategia general de la empresa

MYL SAC, tiene como principal estrategia competitiva el liderazgo en costos, ya que al ser una empresa manufacturera y hablando del tema operativo, sobresale el know how y la amplia experiencia que tiene en el negocio.

1.1.5. Descripción de la problemática actual

1.2. Objetivos de la investigación

Tabla 1.4

Objetivos de la investigación

Objetivos	Descripción
Objetivos Generales	<p>Determinar la propuesta de mejora del índice de productividad de la empresa Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC basado en la implementación de herramientas del lean manufacturing. Con la implementación se mejorará el índice de productividad de 42.86% a 60% para inicios del año 2.021.</p>
Objetivos Específicos	<p>Describir las consideraciones generales de la investigación y formular una hipótesis para el desarrollo de esta.</p> <p>Realizar un análisis externo e interno de la empresa identificando y evaluando las oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades con la finalidad de seleccionar un proceso con posibles oportunidades de mejora para el desarrollo de la investigación.</p> <p>Determinar las causas raíz al problema de baja productividad en la producción de clavos y expresarlo en un Diagrama de Ishikawa.</p> <p>Seleccionar y priorizar las soluciones a los problemas hallados en base a criterios establecidos.</p> <p>Desarrollar y planificar las soluciones elaborando un presupuesto general y cronograma de la implementación.</p> <p>Evaluar la viabilidad económica financiera del trabajo de investigación.</p>

1.3. Alcances y limitaciones de la investigación

1.3.1. Unidad de análisis:

- Proceso de producción de clavos (49 máquinas).
- Operarios (13 operarios)

1.3.2. Población:

- Sistema de proceso productivo del alambre de acero de bajo contenido de carbono.

1.3.3. Espacio:

- Área de trabajo de las máquinas claveras.

1.3.4. Tiempo:

- Dos semanas para contabilizar las frecuencias de los problemas a la causa de la baja productividad.

Las limitaciones se centran en que actualmente la empresa se encuentra en una etapa de declive, 33 años en el mercado, por lo que no se pueden realizar inversiones de gran magnitud que puedan facilitar el desarrollo del presente trabajo.

1.4. Justificación de la Investigación

Tabla 1.5

Justificación de la investigación

Técnica	Es técnicamente factible aplicar las herramientas de la Ingeniería de Métodos para incrementar el índice de la productividad, con la finalidad de eliminar desperdicios como tiempos muertos, mermas, mejorando la calidad del producto, reduciendo los costos y los tiempos de entrega del producto terminado.
Económica	Se busca aumentar la rentabilidad de la empresa mediante el aumento de la eficiencia de sus cuarenta y nueve máquinas claveras cuya jornada diaria es de ocho horas programadas. El 86,3% de sus ventas son costos. Esto se debe a causas como paradas en las máquinas por falta de una gestión de mantenimiento que debería de hacer eficiente las decisiones y costos que se manejan para resolver distintos problemas mecánicos en las máquinas, como repuestos nuevos.
Social	Se beneficia a la población con mayor abastecimiento de productos de construcción de consumo masivo para el desarrollo de proyectos de construcción que mejoren la calidad de vida de las personas. Cómo también a las familias de los operarios con mayor oportunidad de trabajo para sustentar sus gastos personales.

La teoría técnica es sustentada por el libro “Mejora continua de los procesos” de la Universidad de Lima. En el aspecto económico, el incremento de la utilidad de justifica por el incremento de ventas, que se sustenta por la mayor producción al cubrir la demanda potencial insatisfecha, mientras que el 86.3% se sustenta del balance del 2.018 (Ventas = S/. 10'327.585,32 y Costos de ventas = S/. 8'912.706,13). Finalmente, en el aspecto

social se justifica con el informe técnico del INEI N°6 – junio 2.019, que sustenta que el abril del 2.019 el índice de la producción del sector construcción registró un aumento de 8,73%, debido al avance físico de obras públicas en 27,23% y del consumo interno de cemento en 2,54%.

1.5. Hipótesis de la investigación

La mejora del índice de productividad de la empresa Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC es viable gracias a la implementación de la propuesta establecida para tal fin.

Esto logrará incrementar el índice de productividad de 42.86% a 60%, la cual, reducirá los costos de producción en por lo menos un 12%, mejorando la calidad del producto terminado y reduciendo drásticamente los tiempos de entrega hacia los clientes.

1.6. Marco referencial de la investigación

Como marco referencial se tomará en cuenta las siguientes tesis:

- Mejora en el proceso de producción de la empresa “Textil ABA E.I.R.L”. Briosó Morales Yesenia. Lima 2015.

Del mismo modo, esta tesis se asemeja a este proyecto en que se trata de la mejora de un proceso de producción, pero difiere además del producto, en el mercado objetivo al cual va dirigido el mismo, ya que esta empresa hace producción textil para exportación, mientras Fábrica de Alambres y Clavos M.Y.L S.A.C produce solo para el mercado local.

- Mejora de la productividad en el sistema de producción en una empresa vinícola. Pietrapiana Chiappe, Fabio Fernando. Lima 2007.

La similitud con esta tesis también radica en el área enfocada a la cual va la mejora, producción, y se diferencia además del producto, en que se buscó mejorar la calidad del mismo y no solo la mejora de eficiencia en su producción.

- Investigación aplicada para la mejora de los procesos comercial y producción de la empresa CEMPLAST SAC. Mondoñedo Francisco, Ygnacio Erick. Lima 2017.

Este trabajo de investigación aplica técnicas de la ingeniería para mejorar los indicadores de producción y ventas, una empresa manufacturera que busca incrementar su productividad al igual que el presente trabajo de investigación.

- Estudio para la mejora de la productividad de una Planta de concentrado de cobre en la empresa Emproyec. Pallette Herrera, Agustín Manuel. Lima, 2009.
Al igual que el presente trabajo, una empresa manufacturera donde se aplican herramientas del lean manufacturing para incrementar su productividad y lograr los objetivos y metas trazadas por la empresa.
- Mejora integral de una empresa de confecciones. Caldas Vílchez. Lima, 2002.

Similar al presente trabajo de investigación, se busca mejorar los niveles de producción, logística con la finalidad de incrementar las ventas y obtener los resultados esperados.

1.7. Marco conceptual de la investigación

A continuación, se explicará de manera breve la transformación de nuestra materia prima a nuestro producto terminado al que nos estamos enfocando, cajas de clavos de 30 Kgs y algunos conceptos básicos que se deben tener en cuenta al leer el presente trabajo de investigación.

El proceso productivo comienza cuando un montacargas lleva el alambrón del almacén de materia prima al Área de Trefilado.

Un operario con ayuda de otro cercano se encarga de acomodar el alambrón en el cañón⁵ y cortar los amarres con cizalla, luego se prepara el lote para su primera reducción en el módulo de trefilado, esta reducción se logra gracias a una hilera⁶ que con una correcta lubricación y geometría de esta logra una reducción óptima hasta su última reducción.

⁵ Llamado así por su forma similar, ya que es un tubo o eje anclado al suelo que atraviesa al alambrón para evitar su desplazamiento por seguridad.

⁶ Conocida también como dado o matriz para trefilar.

La empresa cuenta con máquinas trefiladoras de 9 reducciones o pases como también de 5 pases y 2 pases. Luego de haber reducido el alambón de diámetro de 5.50mm a 2.77mm, en el caso de los clavos de construcción, este alambre trefilado es descargado en unos portarrollos que posteriormente se llevan de manera manual a las máquinas claveras.

Cada operario tiene a cargo cinco máquinas claveras, donde su trabajo es saber calibrar de manera correcta la máquina que en su mayoría es mecánica mediante el uso de llaves mixtas, francesas o allen, para obtener un clavo de calidad, para ello debe tener sus cuchillas bien afiladas y centradas al igual que su mordaza, con un buen proceso de templado⁷.

Estos clavos negros se cargan por otros operarios en unas carretillas con ayuda de un recogedor, de manera manual y se llevan al Área de Pulido y Encajado, donde se cargan en tambores hexagonales de manera horizontal que se llenan de aserrín dejando el clavo totalmente pulido, la empresa cuenta con pulidoras de capacidad de 600kgs hasta de 100kgs para los clavos más pequeños que son de media pulgada con un diámetro de 1.10mm.

Después del proceso de pulido estos clavos se descargan en contenedores donde luego se llenan de manera manual a las cajas de cartón y se pesas en unas balanzas mecánicas o electrónicas, cada caja pesa 30 kgs bruto, luego se sellan con grapas y las tapas con cola.

Finalmente se llevan las cajas en carretas hacia el almacén de productos terminados, cada carreta tiene una capacidad de 10 cajas y se lleva de manera manual.

- Alambrón: Materia prima utilizada en el proceso de producción. Son bobinas de dos toneladas aproximadamente, de distintas procedencias como China o Brasil, ya que en Perú no existe la producción de este a pesar de contar con los minerales, se manipulan con montacargas, el diámetro comercial del alambón es de 5.50mm y su principal composición química es el Cromo.

⁷ Tratamiento térmico que consiste en el rápido enfriamiento de la pieza para obtener determinadas propiedades del material.

- Palanquilla: Es la materia prima del alambroón muy similar en geometría con los lingotes de oro, estos se extruyen para formar el alambroón a una determinada temperatura.
- Trefilado: Proceso definido como estirado del alambre en frío.
- Hileras de trefilado: Piezas cilíndricas de acero conformadas por un núcleo compuesto de carburo de tungsteno con cobalto, cuya geometría está definida por tres ángulos de trabajo.
- Recocido: Proceso por el cual se recoce el alambre trefilado a aproximadamente ochocientos grados centígrados con la finalidad de darle maleabilidad.
- Lubricante para trefilado: Polvo químico utilizado en el proceso de trefilado, compuesto principalmente de Cromo o Boro en presentaciones de 25 kg/bolsa.
- Acero tipo K - 100: Acero de corte que cumple con las propiedades de dureza y tenacidad cuya función principal es para la elaboración de matrices para alto rendimiento.
- Tenacidad: Capacidad de absorber energía sin que falle el material por fractura.
- Mordaza: Pieza en forma de circunferencia elaborada de acero tipo K – 100, cuya función es la de servir de matriz para la elaboración de los clavos.

CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL PROCESO A SER MEJORADO

2.1. Análisis externo de la empresa.

2.1.1. Análisis del entorno global

En la tabla 2.1 se observa la matriz PEST, la cual fue utilizada para analizar el entorno global. En el aspecto político – legal, la facturación electrónica ayuda a la SUNAT a tener un mejor control sobre las compras y ventas de las empresas de la industria, ya que se tenía un gran problema con la informalidad y no se tenía un control adecuado sobre las entradas y salidas de materiales. Por otro lado, estos últimos años la incertidumbre política ha provocado un freno en la inversión en el sector de la construcción y no solo por parte del estado o inversionistas privados, sino también por parte de inversionistas extranjeros por temor de no tener una inversión rentable o poco exitosa.

En lo económico, el Perú aportará 0,32% del crecimiento del PBI global en el 2.019 (El Comercio, diciembre 2018), teniendo por encima a Brasil, México y Colombia a nivel latinoamericano, el PBI del Perú pasará de US\$ 228.994 millones en el 2.018 a un aproximado de US\$ 239.218 millones para el presente año.

Con respecto a lo social, la reactivación de la construcción en el Perú, demanda mayor consumo de materiales de construcción de consumo masivo, ofreciendo mayor oferta de trabajo a la población, teniendo mayor oportunidad de ingresos y mejorando su calidad de vida.

Tabla 2.1*Matriz PEST*

Factores	Descripción
Político – Legal	<p>La empresa respeta las políticas medioambientales (LMP), legislación antimonopolio, regulación laboral, protección del consumidor.</p> <p>Normativa sobre comprobantes de pagos electrónicos por la SUNAT.</p> <p>TLC con China, principal proveedor y productor de Materia Prima en el mundo.</p> <p>Incertidumbre política que vive actualmente el país.</p> <p>Presencia de corrupción, contrabando e informalidad.</p>
Económico	<p>Estabilidad económica.</p> <p>Disponibilidad en formas de financiación.</p> <p>Tasas de interés bancario.</p> <p>Elevado índice de desempleo en el país.</p>
Social	<p>Excesiva demanda de productos de construcción de consumo masivo.</p>
Tecnológico	<p>Bajo gasto gubernamental en investigación y desarrollo sobre el trefilado y producción de clavos.</p> <p>Nuevas oportunidades de expansión a través de las redes sociales y facilidad de comunicación gracias a la aplicación Whatsapp.</p> <p>La empresa innova tecnológicamente al ensamblar sus propias máquinas en vez de importarlas de países como Alemania, India, China, Italia, República Checa, Japón, EEUU, entre otros, ahorrando hasta un 70% de su costo real.</p>

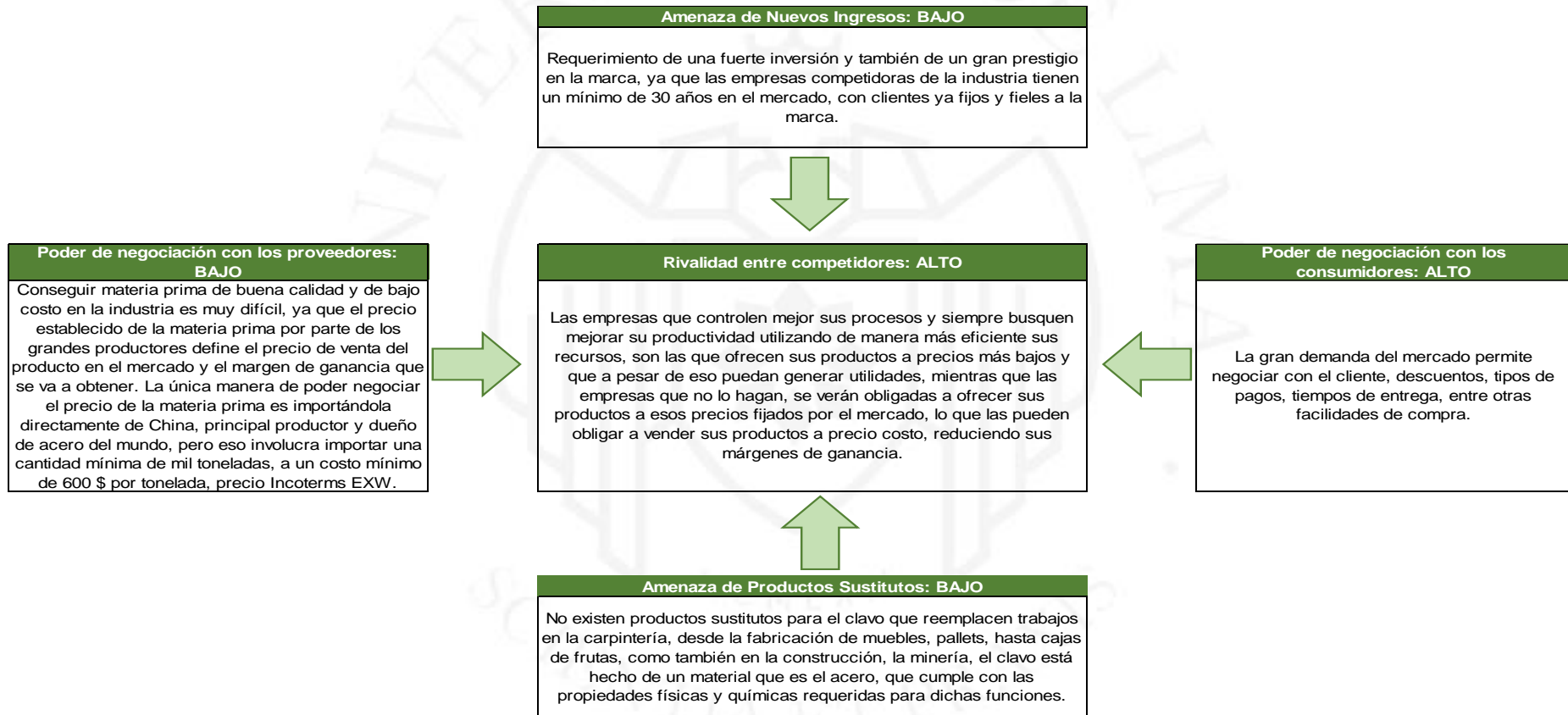
Si bien en cierto las inversiones por parte del estado o inversionista extranjero han decaído en comparación a años anteriores a causa de la incertidumbre política, por lo que no se observan proyectos de gran magnitud que impulsen la economía con la demanda de productos de construcción de consumo masivo, pero se tiene otra gran demanda a cubrir, la demanda de proyectos privados en Lima y provincias, desde obras civiles donde se requieren clavos de construcción como para los encofrados por ejemplo hasta la gran demanda de clavos para carpintería (cualquier tipo de ensambles en madera), fabricación de casas pre fabricadas, ensamble de jabas de fruta, fabricación de escobas de madera, fabricación de pallets, entre otros.

Esta demanda a cubrir favorece al desempeño de la empresa, ampliando su cartera de clientes permitiéndoles obtener distintos márgenes de ganancia, tanto en clavos de construcción, como en clavos de carpintería.

2.1.2. Análisis del entorno competitivo

Figura 2.1

Análisis de las cinco fuerzas de Porter



- **Rivalidad entre competidores: Alto**

Si bien el poder de competencia es alto, Myl SAC ha sabido mantenerse en el mercado pese a que sus competidores han reducido de manera notable sus costos de producción teniendo un mejor manejo de su productividad y obteniendo mayores márgenes de ganancia. Esto es gracias a la gran trayectoria y experiencia de la empresa y a la fidelidad de sus clientes que la mantienen activa, pero con dificultad, ya que en estos últimos años no han logrado adquirir nuevos activos para reducir su carga de trabajo o adquirir nueva flota de transportes que mejoren su logística. En la tabla 2.2 observamos la matriz de perfil competitivo donde Prodac SA es una empresa transnacional con más de 25 años de trayectoria, del grupo Bekaert de Bélgica, una empresa de gran prestigio y de gran innovación tecnológica, la más grande del Perú, pero que últimamente no puede competir con los precios del mercado, ya que no son precios óptimos que le ayuden a recuperar lo invertido como lo esperaban, también se encuentra Tream Perú SAC, una empresa peruana joven, de poca experiencia, pero que gracias a su gran inversión la producción a gran escala con una producción de dos turnos de 12 horas cada uno por día le ha ayudado a poder competir con los precios del mercado sin ningún problema, finalmente se encuentra Comfer SA, una empresa peruana, pero que gracias a un buen trabajo de ingeniería, manejos de métodos, procesos estandarizados, etc ha optimizado sus procesos de manera eficiente.

Tabla 2.2

Matriz de perfil competitivo

Factores importantes para el éxito	Valor	Myl SAC		Prodac SA		Tream Perú SAC		Comfer SA	
		Clasificación	Puntaje	Clasificación	Puntaje	Clasificación	Puntaje	Clasificación	Puntaje
Calidad de productos	0,2	4	0,8	4	0,8	3	0,6	4	0,8
Competitividad de precios	0,2	1	0,2	2	0,4	4	0,8	4	0,8
Participación en el mercado	0,075	4	0,3	4	0,3	4	0,3	4	0,3
Lealtad de los clientes	0,05	4	0,2	2	0,1	3	0,15	3	0,15
Expansión Global	0,025	1	0,025	4	0,1	1	0,025	1	0,025
Posición financiera	0,025	1	0,025	2	0,05	2	0,05	3	0,075
Gama de productos	0,15	2	0,3	4	0,6	2	0,3	4	0,6
Tecnología	0,1	1	0,1	4	0,4	1	0,1	4	0,4
Experiencia	0,15	4	0,6	4	0,6	3	0,45	4	0,6
Servicio al cliente	0,025	4	0,1	1	0,025	3	0,075	2	0,05
	1		2,65		3,375		2,85		3,8

Donde, 1 = Debilidad principal, 2 = Debilidad menor, 3 = Fortaleza menor, 4 = Fortaleza principal.

Como observamos, Myl SAC posee menor puntaje frente a sus competidores, pero lo que diferencia esta empresa frente a las demás es el vínculo y respuesta eficaz con sus clientes, lo que hace finalmente que estos opten por adquirir mercadería en Myl SAC frente a las otras empresas que poseen logísticas mucho más complejas y que no mantienen un vínculo íntimo con sus clientes. Myl SAC no podrá competir con el precio del mercado esperando tener un margen de ganancia considerable o poseer la mejor tecnología para la fabricación de sus productos, pero posee algo muy valioso, que es la lealtad de sus clientes, los que mantienen activa la empresa, ya que los mismos dueños intervienen ante algún inconveniente y se comprometen a solucionarlo y lo logran.

- **Amenaza de nuevos ingresos: Bajo**

Es muy difícil que en la industria se vea el nacimiento de una nueva empresa que sea de confianza para los consumidores, ya que existen marcas de gran trayectoria y prestigio durante muchos años y requeriría de una inversión de gran magnitud para igualar las capacidades de producción de dichas empresas y poder competir con ellas.

- **Amenazas de productos sustitutos: Bajo**

Es baja, ya que no existe un material que sustituya al acero cumpliendo con las mismas características físicas y químicas.

- **Poder de negociación con los proveedores: Bajo**

Se afirma que el poder de negociación con los proveedores es bajo, los principales proveedores de materia prima son de procedencia China, este país, al ser el mejor productor de acero en el mundo, tiene poder sobre todos sus clientes, fijando precios, tiempos de entrega y cantidades de abastecimiento, entre otros, los cuales dificulta a sus clientes descuentos de precios y tiempos de entrega. Solo empresas como Prodac SA o Tream Perú SAC, que manejan grandes cantidades de dinero, importan la materia prima directamente de China, adquiriendo un descuento especial, mientras que las demás empresas adquieren la materia prima localmente a las empresas que la

adquieren por importación, pero a un precio un poco más elevado. Las importaciones se manejan en dólares americanos.

- **Poder de negociación con los consumidores: Alto**

Es alto, ya que el cliente cuenta con las facilidades de descuentos en los precios al requerir del producto terminado al precio por tonelada, también como darle prioridad a su tiempo de entrega según su necesidad.

2.1.3. Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno

Oportunidades:

- Normativa sobre comprobantes de pagos electrónicos por la SUNAT que ayuda a la formalidad en la industria.
- Reactivación económica en el sector de la construcción, mayor demanda que ayuda a reducir costos con las producciones a escala.

Amenazas:

- Bajo interés por parte del gobierno en invertir en el desarrollo de nuevas tecnologías que faciliten la producción de los productos de construcción de consumo masivo o proyectos para implementar plantas de alambrón, con el fin de aprovechar nuestros recursos mineros y ofrecer mayor trabajo a los peruanos y ofrecer un costo de materia prima bajo para favorecer al crecimiento de las empresas peruanas y llegar a competir internacionalmente.

2.2. Análisis interno de la empresa

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

A continuación, se detallará y analizará la visión, misión y objetivos de Myl SAC.

- **Visión:**

“Crecer permanentemente en el tiempo y se reafirme nuestra Empresa en el mercado. Llegar a ser la empresa líder en la venta y distribución de clavos,

alambres y derivados en los próximos 10 años. Logrando un desarrollo económico y crecimiento, con la excelencia del servicio que nos caracteriza”.

La visión de Myl SAC no se encuentra del todo completa, transmite su objetivo fundamental y su marco competitivo, pero no las habilidades que debe desarrollar para lograr el éxito, es decir, la ventaja competitiva.

Tabla 2.3

Elementos de la visión de Myl SAC

Objetivo Fundamental	Ventajas competitivas	Marco competitivo
"Llegar a ser la empresa líder en la venta y distribución de clavos, alambres y derivados en los próximos 10 años".	Debería mencionar su estrategia genérica, para este caso, liderazgo en costos.	Menciona el negocio de alambres, clavos y sus derivados.

Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC.

- Misión:

“Nuestra misión es lograr una relación estratégica y de confianza mutua con nuestros clientes, que requieran de clavos, alambres y derivados para la construcción de alta calidad e innovación, a precios justos manteniendo un perfil de conducta y honestidad”.

La misión de Myl SAC no se encuentra bien redactada, analizaremos los elementos de la tabla 2.4.

Tabla 2.4

Elementos de la misión de Myl SAC

¿Quiénes somos?	¿Cuál es nuestro producto?	¿Cuál es nuestro propósito?	¿Cuál es nuestra ventaja competitiva?
Debería mencionar que es una empresa metalmecánica	"que requieran clavos, alambres y derivados"	"lograr una relación estratégica y de confianza mutua con nuestros clientes"	"precios justos, manteniendo un perfil de conducta y honestidad"

Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC.

- Objetivos organizacionales:
 - Enfocarse en la satisfacción del cliente.
 - La producción a escala nos permitirá reducir nuestros costos de producción.
 - Mantener precios justos con los clientes.
 - Incrementar el valor de la marca Myl SAC.

Para que Myl SAC llegue a ser lo que quiere llegar a ser, debe cumplir sus objetivos organizacionales propuestos y debe contar con indicadores que midan si los objetivos se están cumpliendo o no.

2.2.2. Análisis de la estructura organizacional

En la figura 2.2 observamos el organigrama de Myl SAC. Al analizar su estructura organizacional identificamos que no cuenta con un área de recursos humanos dentro de la empresa, el auxiliar de contabilidad se encarga de dichas funciones, muy a parte de sus funciones dentro del área de contabilidad y esta persona encargada no se encuentra en planilla, trabaja por recibos por honorarios.

De la misma manera, el contador de la empresa pasó de ser un empleado en planilla a uno por recibo por honorarios, que solo labora 16 horas por semana, haciendo la labor de sus funciones ineficientes por su falta de tiempo y dedicación.

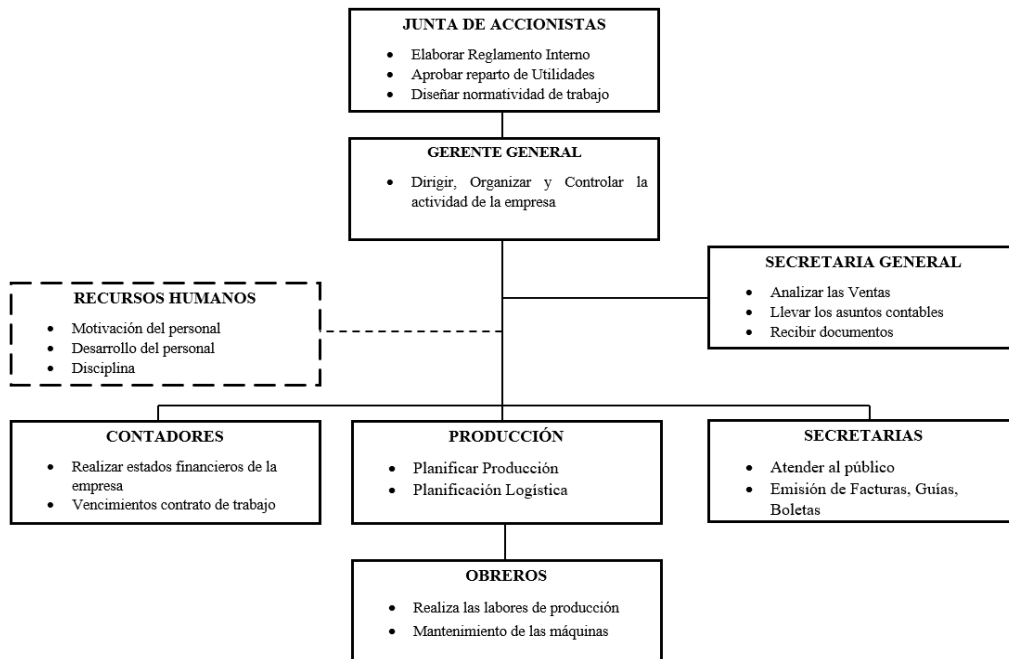
También observamos que la empresa no cuenta con un Gerente de Producción que se dedique a gestionar mejor la información de producción, no cuentan con un área de planeamiento y control de producción.

Si Myl SAC quiere lograr mejorar su indicador de productividad para poder reducir de manera eficiente sus costos de producción, eliminar tiempos muertos y facilitar el flujo de trabajo para así poder competir con los precios del mercado y obtener un margen de ganancia considerable, es necesario un Gerente de Producción que sea responsable en lograr estos objetivos.

Finalmente, a pesar de que la empresa sea familiar, el Gerente General no se encuentra dentro de la junta de accionistas.

Figurar 2.2

Organigrama Myl SAC



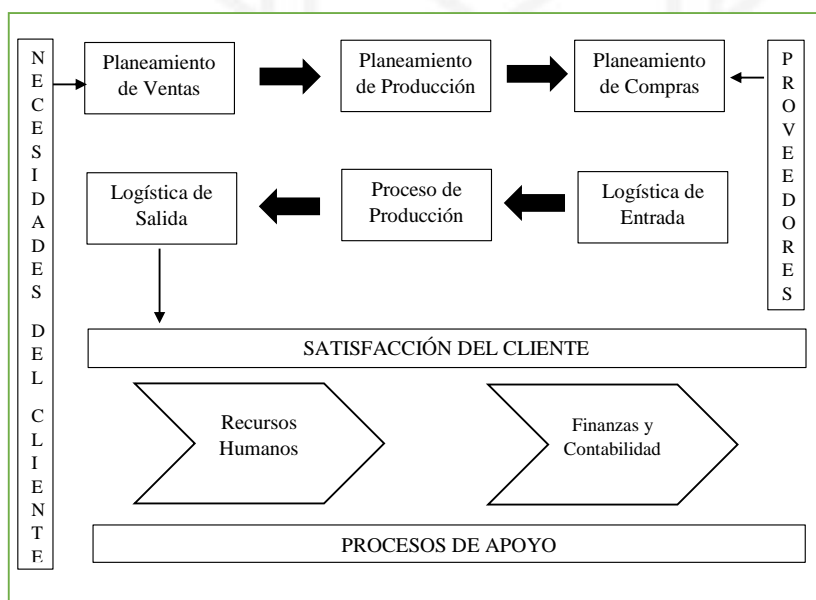
Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2015

2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves

A continuación, en la figura 2.3 se muestra el macro proceso de Myl SAC

Figura 2.3

Macroproceso de Myl SAC



Proceso de Producción:

La producción es el corazón de la empresa, la transformación del alambroón a los clavos es el proceso clave, una mayor producción disminuye los costos de producción y afecta el área de ventas directamente obteniendo mayores ingresos.

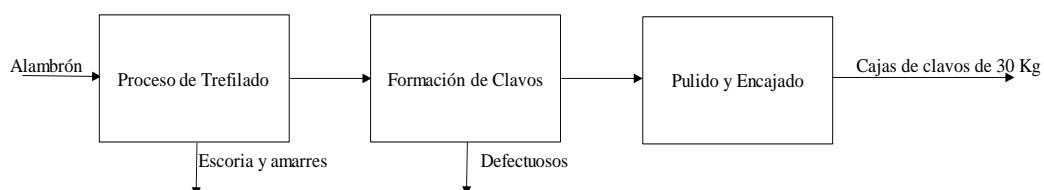
El proceso de producción empieza cuando se recibe el alambroón en el puerto del Callao, un tiempo de llegada de tres meses desde China, el agente aduanero se encarga de inspeccionar si la orden del pedido se encuentra conforme, luego se pasa a descargar el alambroón de los buques a los tráileres con ayuda de los montacargas, estos tráiler llevan los rollos de alambroón hasta la Fábrica, donde se recibe verificando la Guía de Remisión, cada tráiler tiene una capacidad de llevar 14 rollos de alambroón, equivalente a 30 toneladas aproximadamente. La empresa compra 300 Toneladas aproximadamente cada mes, equivalente a US\$ 250.000.

Una vez que el alambroón se encuentra en el Almacén de Materia Prima, es trasladado a la planta con ayuda de un montacarga, ahí es donde inicia su primera transformación en el área de trefilado. Las máquinas trefiladoras se encargan de disminuir el diámetro del alambroón de 5.50 mm a 2.70 mm, con el previo proceso de decapado mecánico⁸ y este pasa por una matriz que tiene un diámetro menor específico, para la producción de clavos de construcción. Cada alambroón nos da alambre trefilado a razón de 114kgs/13minutos, estos alambres alimentan las máquinas claveras, produciendo los clavos negros (llamado así porque el clavo está lleno de impurezas como lubricante).

Finalmente, estos clavos negros se transportan mediante carretillas al Área de Pulido y encajado, donde las máquinas pulidoras hacen giros rotatorios generando contacto entre los clavos y el aserrín que se encuentra dentro, limpiando los clavos negros y dejándolos brillantes, luego se encajan para su posterior venta.

Figura 2.4

Diagrama de bloques del proceso de producción de Myl SAC



⁸ Proceso por el cual el alambroón pasa por unos rodillos eliminando la escoria (capa de óxido).

Proceso de Compras:

Actualmente el proceso de compras del alambro es sencillo, ya que la empresa lleva varios años de experiencia con sus proveedores, una vez realizada la orden de compra de materia prima por el área de ventas, requerida por el área de producción, los proveedores confirman el éxito de la compra automáticamente sin retrasos y cumplen a tiempo sus entregas sin inconvenientes. De la misma manera para la compra de insumos como: cajas de cartón a la empresa Ingeniería de Cartones y Papeles SAC, lubricantes para el proceso de trefilado a la empresa Pando, aserrín, petróleo industrial a refinerías, fajas industriales, rodajes, entre otros.

Mantenimiento:

La empresa actualmente no tiene una gestión de mantenimiento, tampoco ha definido sus mantenimientos preventivos ni correctivos, simplemente cuando se tiene una avería, ya sea desgaste de una pieza, ruptura de una pieza, fallo eléctrico, el ingeniero de planta junto al gerente general toman una decisión inmediata para evitar el alargamiento en la parada de producción.

Recursos Humanos:

No hay un área de recursos humanos en la empresa, no cuentan con una política de recursos humanos y para la contratación de operarios solo requieren de documentos como su CV, antecedentes policiales, una copia de su DNI y una entrevista donde se pone a prueba sus habilidades.

Marketing y Ventas:

No existe un área de marketing en la empresa y actualmente la página web de la empresa se encuentra inactiva y desactualizada, lo cual es una desventaja, ya que hoy en día se ganan clientes a través de internet. Las ventas las realizan las secretarías a cargo, se comunican con los clientes por e-mail, por teléfono fijo y con el avance tecnológico los clientes establecen lazos con la empresa vía la aplicación para celular "Whatsapp". La cobranza depende del cliente, puede ser contra entrega, previo depósito en el banco BBVA o BCP o envío de cheque.

Finanzas:

El área a cargo de llevar los ingresos y egresos de la empresa, como también la elaboración de Balances Financieros y libros electrónicos, es el área de contabilidad, encargado por un contador colegiado y su auxiliar.

2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves

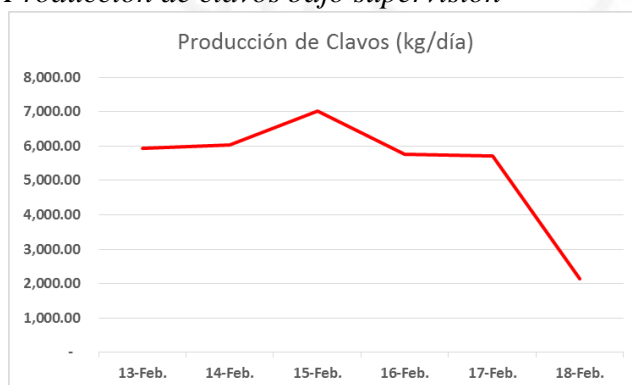
Actualmente se miden las eficiencias (Producción Real/ Producción teórica) de las máquinas claveras en una hoja de cálculo, ingresando las cantidades (Kgs) de alambre que consume cada máquina clavera, estas eficiencias se promedian entre la cantidad de máquinas que trabajaron en el día y se tiene un promedio de 60% de eficiencia en la Planta.

La baja eficiencia se debe a las paradas en las máquinas claveras, ya sea por falta de abastecimiento de alambre en el área de trefilado, falla mecánica o eléctrica, falta de supervisión por parte de operario en la calibración de la máquina, falta de supervisión en la planta para la rápida toma de decisiones en el fallo de una máquina, también influye la falta de disciplina al retrasarse en las ordenes de trabajo, falta de integración entre áreas de producción y motivación en los operarios, falta de mantenimiento en las máquinas claveras lo cual provoca paradas debido a problemas como pernos rotos, bocinas rotas, des calibraciones, desgaste de piezas de acero, desgaste de mordazas y cuchillas causadas por los constantes golpes que realiza la máquina.

También se tiene como data la producción diaria de clavos del año 2.018, que nos lleva a distintas conclusiones.

Figura 2.5

Producción de clavos bajo supervisión



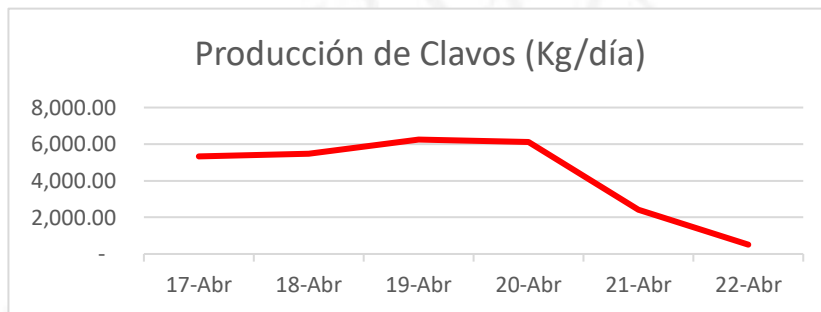
La Figura 2.5 muestra la tendencia de producción de clavos, se puede observar que de lunes a viernes el promedio de producción es de 5,800 kg/día, mientras que los días Sábados que se labora hasta el mediodía es de 2,000 kg/día. Esto nos lleva a concluir que, si la eficiencia de las máquinas claveras aumentan en un 10% por lo menos, se aumentaría la producción de clavos, afectando de manera

positiva la satisfacción de los clientes, disminuyendo los retrasos y la falta de stock en el almacén de productos terminados. Esta obtención de data fue exitosa gracias a la supervisión en los operarios encargados de llenar los formatos diarios que se les asignaban en sus áreas.

Ahora veamos cómo afecta la falta de supervisión en los operarios con el cumplimiento de sus funciones en la siguiente figura 2.6.

Figura 2.6

Producción de clavos sin supervisión

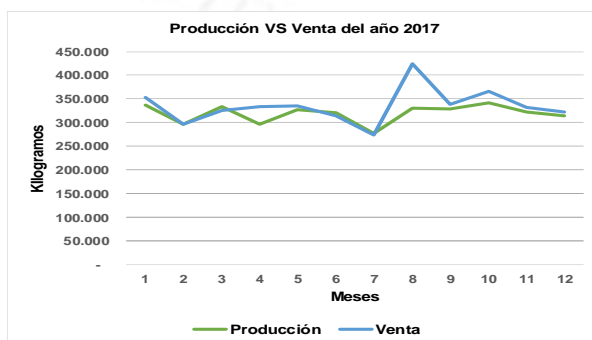


Los formatos se llenan por dos operarios encargados, cada operario tiene un grupo de máquinas pulidoras bajo su responsabilidad y ayudantes a su disposición. Como podemos observar los días viernes y sábados hay disminución en la producción, esto se debe a que un operario no llenó el formato establecido en esos días por falta de supervisión en su área de trabajo.

Por otro lado, analizaremos la producción vs la venta del año 2.017.

Figura 2.7

Producción vs Venta del año 2.017



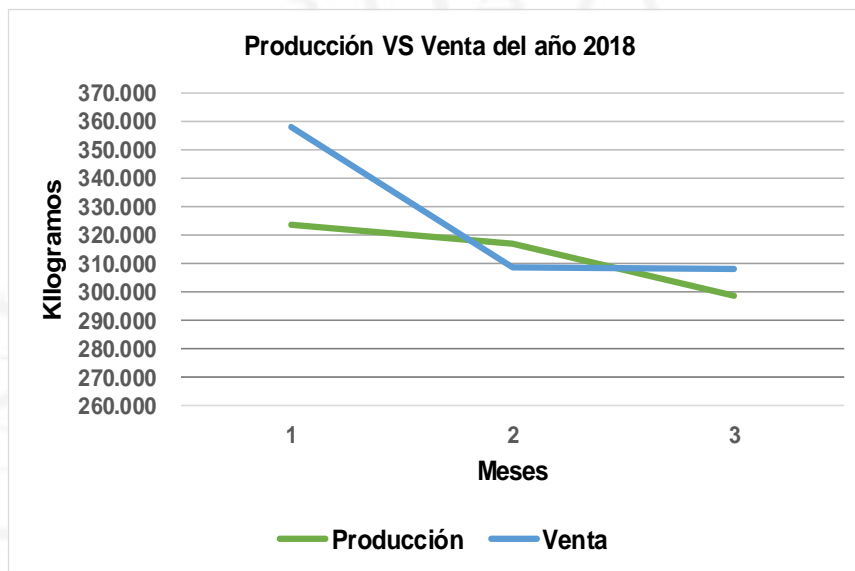
Nota. Adaptado de Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2017.

Como podemos observar hay meses en los cuales las ventas son mayores a la producción, en estos casos se requirió del stock de seguridad para abastecer a los clientes.

Se aplicarán métodos de ingeniería para identificar los problemas principales que causan retrasos en la producción y el cuello de botella dentro del proceso de producción.

Figura 2.8

Producción vs Venta del año 2.018



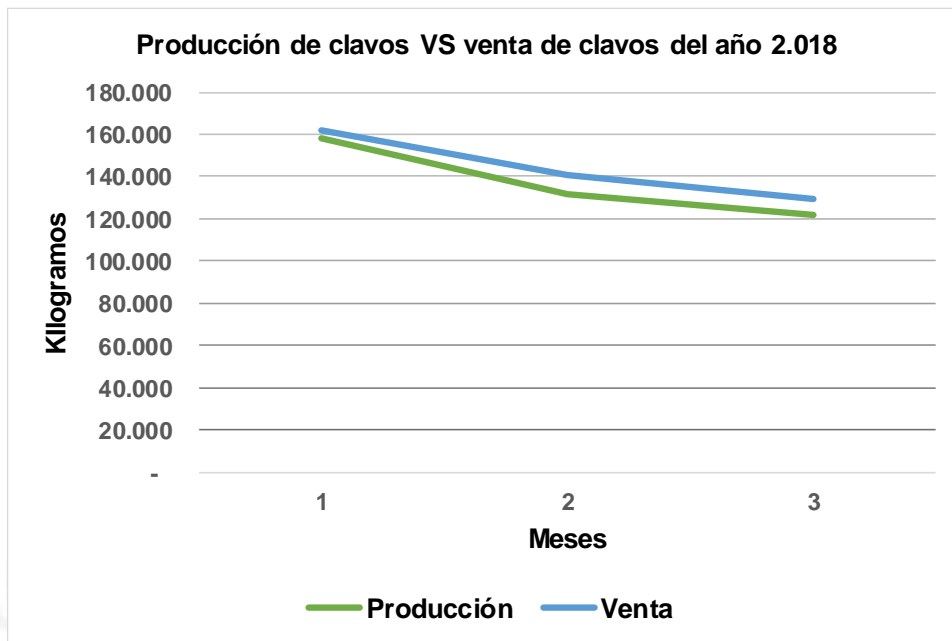
Nota. Adaptado de Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

En el primer trimestre del presente año podemos observar que se sigue manteniendo la tendencia de la ineficiencia en el área de producción que causa falta de stock de productos terminados para abastecer de manera eficiente y eficaz a los clientes, generando insatisfacción en ellos que finalmente terminan por optar en comprar a los competidores.

También se tiene la información de la producción de clavos frente a las ventas de clavos del primer trimestre del presente año.

Figura 2.9

Producción de clavos vs Venta de clavos del año 2.018



Nota. Adaptado de Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

Al analizar este tipo de producto podemos concluir que existe ineficiencia en el área de formación de clavos, ya que el stock no cubre lo suficiente para cubrir las necesidades de los clientes.

La empresa no puede vender más para poder reducir sus costos y obtener mayor margen de ganancia.

2.2.5. Determinación de posibles oportunidades de mejora

- La implementación de un ERP llamado “Odo” de código abierto, integraría las áreas de la empresa (Producción, logística, compras, contabilidad, ventas, atención al cliente, mantenimiento, entre otros) de tal manera que se disminuyan tiempos entre pedidos, entregas de productos terminados y a un mejor almacenamiento de data en tiempo real que permita evaluar las tendencias para una posterior mejora de proceso.
- Capacitar a los operarios sobre la importancia que tiene su desempeño en el proceso de producción, sobre la importancia que tienen los usos de los EPP en planta y sobre temas básicos de ingeniería en los cuales se sientan identificados y comprometidos con la empresa.

- Adquirir un software de control de producción que sea controlado por un operario en dónde podamos visualizar el estado de cada máquina clavera en tiempo real, la razón de su parada (incluye un almacenamiento de data individual de las razones de parada por cada máquina), la clase de producto que está produciendo y la eficiencia de cada máquina clavera por día. Esta información será proporcionada en tiempo real a la oficina.
- Capacitar a los personales administrativos sobre temas Gerenciales actuales, ya que el mercado hoy en día es distinto al del pasado, antes se producía para vender, hoy en día el cliente primero ordena para producir.
- Invertir en tecnología para poder estar a nivel de la competencia, implementación de nuevas computadoras, mejor sistema de red, políticas sobre el uso de red, mejores activos informáticos, seguridad informática.
- Implementación de un área de recursos humanos, son los encargados del proceso de selección del personal, de la remuneración y capacitaciones, ninguna empresa funciona sin un área de recursos humanos. Actualmente en la empresa la asistente del contador se encarga de esas funciones, pero se observa saturación en su trabajo.
- Una mejor gestión de mantenimiento, es básico en una planta manufacturera, ya que a diario se tienen paradas en las máquinas por rupturas de piezas como bocinas, mordazas, cuchillas, rodajes, fajas, entre otros y no se cuentan con repuestos, lo que en la mayoría de casos retrasa la producción en más de tres horas y existen casos en que las máquinas permanecen inactivas semanas por falta de repuestos en el inventario.
- Definir qué cantidad de dinero anual se va a usar en la producción para mejoras de procesos.
- Sustituir el uso de petróleo en el horno de cocido por gas. Actualmente se gasta aproximadamente veinte mil soles mensuales en petróleo industrial.
- Actualizar la dirección estratégica, lo que implica cambios en la misión, visión, valores, objetivos, metas.
- Mapear los procesos críticos de la empresa para poder actuar de manera eficiente frente a fallos que se puedan presentar y poder visualizar oportunidades de mejora.

- Implementar un organigrama multifuncional que se asemeja más a las funciones de los empleados.

2.2.6. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa

Fortalezas:

- Myl SAC es una empresa con una marca de prestigio en el mercado, lo cual facilita a cumplir sus metas de ventas mensualmente.
- Las relaciones con sus proveedores aportan a la empresa de manera en que no le hace falta insumos ni materia prima para su producción a escala.
- Myl SAC cuenta con las capacidades y habilidades para la fabricación de sus productos, todo un conjunto de conocimientos técnicos que se aportó por parte del Gerente General de su experiencia propia desde el inicio de la empresa.
- La empresa al tener una relación estrecha con sus asesores financieros de los bancos con los que trabaja cumple sus obligaciones tanto a corto plazo como a largo plazo.

Debilidades:

- Al ser una empresa familiar la falta de profesionales especializados en temas administrativos o financieros es notable, ya que de cierta manera no pueden lograr cumplir con una utilidad esperada o tomar decisiones financieras o poder trabajar en base a su nivel máximo de endeudamiento.
- La empresa no puede igualar su capacidad productiva en comparación a la competencia debido que hace años no se proyectó con la finalidad de adquirir maquinarias de última generación que haga más eficiente y eficaz su producción, con la finalidad de reducir costos y ofrecer sus productos a menor precio que sus competidores.
- Ineficiente control de inventarios en sus productos que limitan a poder tomar decisiones en tiempo real.

2.2.7. Selección del proceso a mejorar

Debido a que en el presente estudio se propondrán implantaciones de las herramientas del lean manufacturing para mejorar el índice de productividad, se utilizará la metodología de Análisis Factorial de Klein para determinar qué proceso del sistema de producción tiene mayor oportunidad de mejora.

Tabla 2.5

Ponderación Tabla de Klein

	Variables	Puntaje
A	Muy adecuado	4
B	Adecuado	2
C	Poco adecuado	1

Nota. Kleeberg H. (2013)

Tabla 2.6

Factor Klein – Proceso de Trefilado

Análisis de Klein		Ponderación		
Proceso de Trefilado		A	B	C
1	Calidad de la materia prima a trefilar		X	
2	Mantenimientos preventivos de las trefiladoras			X
3	Disponibilidad de hileras	X		
4	Calidad del alambre trefilado	X		
		2	1	1
		69%		

Tabla 2.7

Factor Klein – Proceso de Producción de Clavos

Análisis de Klein		Ponderación		
Proceso de Fabricación de Clavos		A	B	C
1	Gestión de mantenimiento			X
2	Ergonomía en las áreas de trabajo			X
3	Control de calidad		X	
4	Procesos descritos		X	
5	Herramientas adecuadas para la producción		X	
6	Lotes justo a tiempo en maquinarias			X
7	Eficiencia en la producción			X
		0	3	4
		35,72%		

Tabla 2.8*Factor Klein – Proceso de Pulido y encajado*

Análisis de Klein		Ponderación		
Proceso de pulido y encajado		A	B	C
1	Disponibilidad de clavos para pulir			X
2	Calidad de las cajas de cartón		X	
3	Control de inventario de producto terminado	X		
4	Ergonomía en el pesado y encajado		X	
		1	2	1
		56%		

En la tabla 2.9, se presenta un resumen con los respectivos procesos y su desempeño actual expresado en porcentaje.

Tabla 2.9*Ponderación desempeño de procesos*

Proceso evaluado	Desempeño (%)
Proceso de trefilado	69%
Proceso de Producción de Clavos	35,72%
Proceso de Pulido y Encajado	56%

Entonces concluimos que el proceso de fabricación de clavos tiene mayores problemas críticos y cuenta con mayores oportunidades de mejora para el desarrollo del presente estudio.

Se eligió enfocar el estudio en la presentación de cajas de clavos de 30 Kgs.

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO

3.1. Análisis del proceso de producción de clavos

3.1.1. Descripción detallada del proceso de producción de clavos

El proceso inicia con el traslado del alambrón del almacén de materia prima hacia el primer proceso de producción en la planta, el proceso de trefilado, el alambrón se manipula con ayuda de un montacargas, como podemos observar en la figura 3.1, cada alambrón tiene un peso aproximado de dos mil kilos, según su procedencia, algunos llegan a pesar dos mil quinientos kilos. Antes de ingresar al área de trefilado se retira el ticket del alambrón, donde se obtiene de dato el peso a procesar en el sistema de producción.

Figura 3.1

Manipulación del alambrón



Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

En el área de trefilado se prepara el lote, el montacargas coloca el alambrón sobre el cañón, en donde el operario se encarga de cortar los amarres equidistantes, con ayuda de un compañero cercano, por temas de seguridad.

Figura 3.2

Preparación del alambión para su proceso



Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

Luego de preparar el lote, el operario coge la punta del alambión, reduciendo su diámetro al pasar esta punta por una máquina sacapuntas, como podemos observar en la figura 3.3. que mediante el giro de unos rodillos de un material de acero bonificado aplastan el alambión reduciendo su diámetro y luego lo pasa por una piedra esmeril para reducirlo más y así poder ingresarlo a la hilera de su primera reducción, entonces ahí es donde se comienza con el proceso de trefilado.

Figura 3.3

Máquina sacapuntas

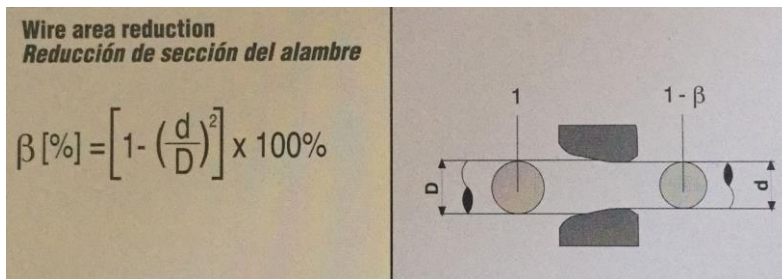


Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

Entendemos al trefilado como el estiramiento del alambre en frío, cada reducción o pase es de 20% a 25% de su diámetro inicial, en la figura 3.3 podemos observar la fórmula de reducción.

Figura 3.4

Reducción óptima del trefilado



Nota. Esteves Group – wire die solutions, 2018.

Previo al trefilado se encuentra el decapado mecánico, figura 3.5, punto clave del proceso de trefilado, donde se elimina la escoria, que es una capa que recubre el alambrcn, esto representa el 1.2% del peso del alambrcn. El decapado es importante, ya que, si no se elimina la escoria de manera correcta, esta daa la hilera, pudiendo provocar su ruptura y obteniendo as un alambre de mala calidad, de calibre ovalado o alambre rallado.

Figura 3.5

Decapado mecánico para la eliminaci3n de escoria



Nota. F3brica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

El alambrcn pasa por una jabonera como observamos en la figura 3.6, dentro de esta jabonera se encuentra un lubricante en polvo para que facilite el pase del alambre por la hilera. Esta debe cumplir con una geometr3a 3ptima para obtener un alambre de calidad y evitar rupturas que retrasen el proceso de producci3n con la parada de la m3quina, su geometr3a consiste en tres 3ngulos importantes: El 3ngulo de entrada, debe ser 3ptimo para la correcta lubricaci3n del alambre y as3 evitar una mala lubricaci3n que no elimine por completo la pel3cula de 3xido del alambre o termine rallando el alambre deteriorando la hilera, esta hilera tiene un n3cleo fabricado de carburo de tungsteno con un recubrimiento de cobalto,

conocido como metal duro. El ángulo de reducción, el que define el diámetro final del alambre y su ángulo de salida, el que le da la resistencia al alambre, podemos observar la figura 3.6.

Figura 3.6

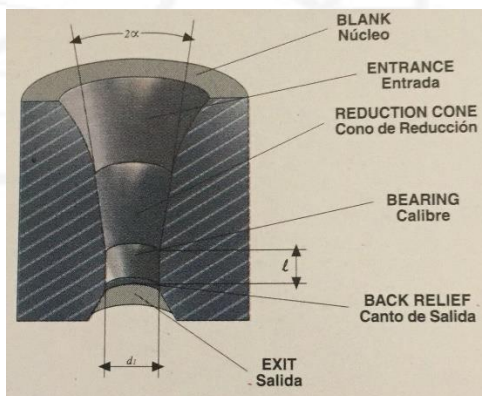
Jabonera del proceso de trefilado



Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

Figura 3.7

Geometría de la Hilera de Trefilado



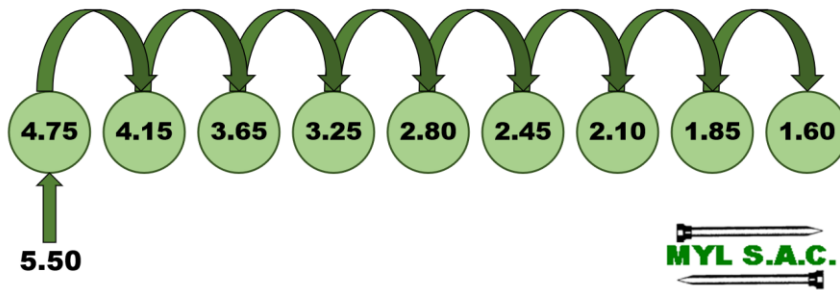
Nota. Esteves Group – wire die solutions, 2018.

En la siguiente figura 3.8 podemos observar un ejemplo de una línea de una máquina trefiladora para la producción del alambre #16, de calibre 1.65mm de diámetro, que se utiliza para la producción de alambre recocido como para la producción de clavos de 1" x 16 c/c.

Figura 3.8

Proceso óptimo de trefilación para el alambre #16

PROCESO ÓPTIMO DE TREFILACIÓN DE ALAMBRE #16



Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

Una vez que se obtiene el alambre trefilado, este se descarga de manera manual sobre unos portarrollos que cargan aproximadamente entre 130 Kgs a 180 Kgs de alambre trefilado para alimentar las máquinas claveras, podemos observar en la figura 3.9.

Figura 3.9

Portarrollos cargado con alambre



Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

En el proceso de producción de clavos cada operario está a cargo de cinco máquinas claveras. Esta máquina tiene piezas claves para la producción de clavos, que son las cuchillas para el corte del alambre y el acabado de la punta en forma de diamante, la mordaza que es la matriz que da la forma de la cabeza del clavo y el martillo que es el que moldea el acero en la matriz, estas piezas son de acero tipo K – 100, un acero cuya función es para el corte en la alta producción, cada máquina tiene su complejidad en su mecánica dependiendo de su procedencia, los operarios calibran las máquinas de manera manual con el uso de llaves. El funcionamiento de la máquina clavera es la siguiente: Cada máquina clavera funciona independientemente con un motor eléctrico, este motor mueve la polea de la máquina clavera con ayuda de una faja lisa, esta polea transmite su energía a un cigüeñal, este cigüeñal tiene unos piñones ya sean de dientes helicoidales o rectos que transmiten su energía a otros piñones sujetos a ejes laterales, que de manera sincronizada hace que la máquina clavera primero empuje el tren para que el martillo golpee el alambre en la mordaza formando la cabeza, luego que alimente a la máquina de alambre con un tamaño en pulgadas determinado por su regulación y finalmente corte el alambre con las cuchillas, de esta manera se forma un clavo, cada máquina en promedio hace entre 400 y hasta 900 clavos por minuto.

Figura 3.10

Cuchillas de corte para la máquina clavera



Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

Figura 3.11

Mordaza de máquina clavera



Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

Figura 3.12

Máquina clavera de procedencia española



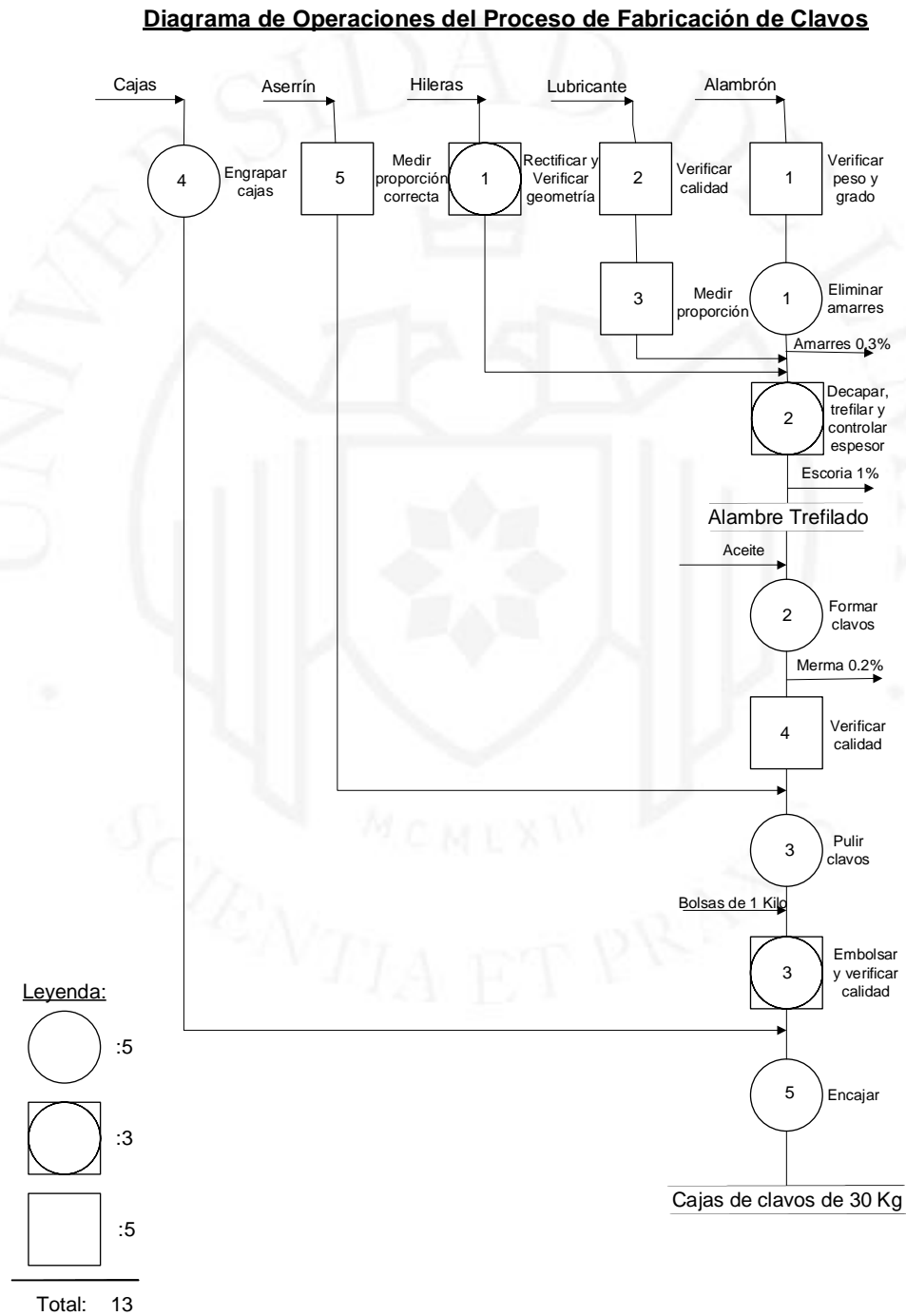
Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2018.

Finalmente, los clavos producidos por las máquinas claveras son recogidos por el personal del área de pulido y encajado con ayuda de carretillas, donde llenan los clavos negros en pulidoras de forma hexagonal con aserrín en su interior, donde

este se encarga de absorber las impurezas y gracias a su movimiento rotativo a unas cuarenta y cinco revoluciones por minuto dejan el clavo brillante, limpios de impurezas, estos clavos se pesan en cajas de cartón de 30 Kgs de capacidad y se almacenan en el almacén de productos terminados.

Figura 3.13

Diagrama de Operaciones del Proceso – Producción de clavos en cajas de 30 kgs



3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del proceso de producción de clavos.

Se presentarán y se analizarán los indicadores de desempeño del proceso de producción de clavos.

- **Productividad de Mano de Obra (PMO)**

Indica los Kgs producidos por hora hombre. La productividad óptima de mano de obra en la producción de clavos es 1.890 Kg/HH en la planta. El cálculo se realiza en base a los kilos producidos mensuales versus el número de HH totales al mes, esto suponiendo que las máquinas claveras trabajan con una eficiencia del 100%. Es decir, sin averías como rupturas de piezas, mala calibración de la máquina, mantenimientos realizados de manera ineficiente, producciones no programadas, entre otros. Sin embargo, para el presente estudio hemos obtenido una productividad de mano de obra de 840 Kg/HH, un 55.55% menos de la productividad óptima, cifra realmente alarmante para la empresa, ya que no está aprovechando este recurso de manera eficiente, por lo que buscaremos incrementar este indicador.

- **Productividad de Materia Prima (PMP)**

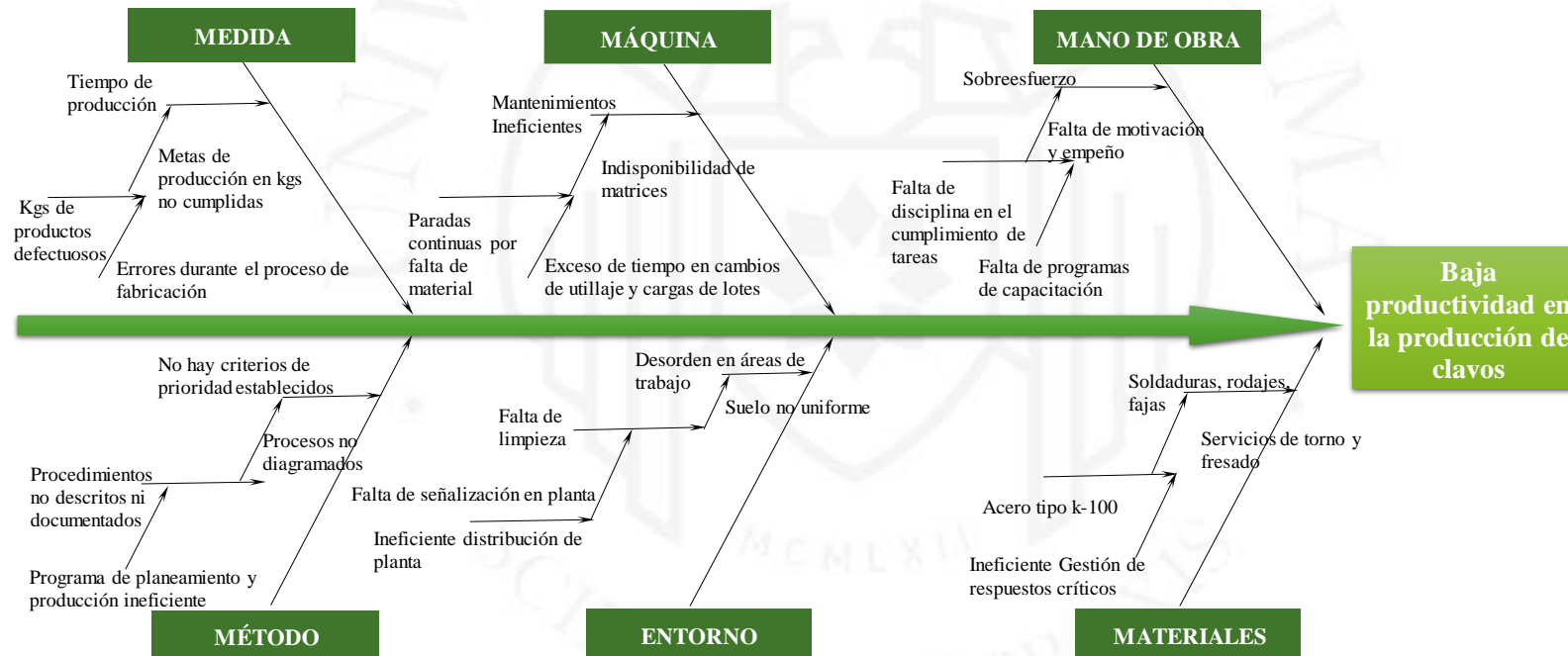
Indica los kgs de producto terminado producidos por kilogramo de materia prima. La productividad óptima de materia prima en la producción de clavos es de 1,08 KgPT/KgMP, que se obtiene por la producción de clavos en una hora versus el ingreso de materia prima a planta en una hora. Por otro lado, la productividad real de materia prima que se tiene para el presente estudio es de 0.48 KgPT/KgMP, podemos mejorar este indicador eliminando desperdicios que impidan aprovechar mejor el procesamiento de la materia prima.

3.2. Determinación de la causa raíz de los problemas hallados

A continuación, se identificarán las causas raíces que limitan lograr el resultado deseado. Se utilizó el diagrama de Ishikawa de la figura 3.14.

Figura 3.14

Diagrama Ishikawa para la baja productividad en la producción de clavos



Después de analizar los indicadores de desempeño productivo, se concluye que no se logra obtener el resultado deseado por la empresa al no aplicar métodos de ingeniería que eliminen desperdicios y permitan aprovechar mejor sus recursos de manera eficiente, como también al no estandarizar ni mapear sus procesos para un mejor control y toma de decisiones en el proceso productivo.

Medida:

Se utiliza una parte considerable de tiempo de la jornada de trabajo para solucionar averías en las máquinas claveras en el momento, lo que lleva a un atraso en la producción, obteniendo un indicador de productividad muy bajo trayendo consigo la insatisfacción por parte del cliente.

Máquina:

Una ineficiente Gestión de repuestos críticos y la falta de procedimientos para sus respectivos mantenimientos provocan paradas continuas. Con repuestos críticos nos podemos referir a los repuestos de acero tipo K-100, que es el conjunto de mordazas, la matriz de la máquina clavera, que por su trabajo continuo este se desgasta o por su excesiva reparación al soldarse con electrodo este pierde sus principales propiedades químicas, lo correcto para esta situación es contar con otro juego de mordazas para cada máquina con la finalidad de reemplazarlo cuando este ya presente desgaste o algún tipo de avería. Por otro lado tenemos las cuchillas, que son las que le dan la punta en forma de París a los clavos, estas cuchillas se afilan cada 400 kg a 900 kg dependiendo de la velocidad de la máquina, se recomienda también tener repuesto de estas cuchillas por cada máquina para que cuando presente desgaste el operario no tenga que detener la máquina totalmente para ir a la máquina afiladora y rectificar cuchilla por cuchilla, sino, tener un repuesto para su reemplazo inmediato. Finalmente tenemos los martillos, que son los que gracias a la fuerza de la máquina clavera moldea el acero sobre la mordaza para darle forma a su cabeza. A parte, se recomienda tener stock de repuestos como rodajes, fajas industriales, pernos de todas las medidas, entre otros.

Mano de Obra:

La falta de estructuras como tecles o prensas hidráulicas que faciliten el transporte de productos en proceso o piezas pesadas de las máquinas, hacen que los operarios realicen sobreesfuerzo en su trabajo y se encuentren exhaustos y desmotivados, como también la

falta de capacitaciones en temas de seguridad, métodos de trabajo, salud y otros no logran disciplina en ellos.

Método:

La empresa no tiene documentados sus diagramas de operaciones, diagramas de recorridos, flujos de trabajo, flujogramas, sus métodos de trabajo, ni estandarizado sus procesos, por lo que la toma de decisiones con respeto a mejoras continuas no se ha podido lograr anteriormente con éxito.

Entorno:

El suelo no es uniforme en su totalidad, el transporte de productos en proceso se dificulta, falta instalaciones de luz para los turnos de tarde y de noche y falta de ventilación en planta.

Materiales:

Uso excesivo de soldaduras para reparar averías en lugar de reemplazar la pieza por una nueva y la falta de un torno y una fresa en una metalmecánica es indispensable, por lo que este servicio termina siendo elevado y consumiendo un recurso que no se puede recuperar, el tiempo.

Con la finalidad de identificar las causas raíces de cada problema encontrado en el diagrama Ishikawa se realizó un focus group con el Ingeniero de Planta y los dos jefes del área de producción de clavos, un jefe encargado de la producción de clavos chicos y otro jefe encargado de la producción de clavos grandes. Una vez identificadas, se estableció el nivel de frecuencia de cada una y se utilizó una herramienta para hacer el diagnóstico respectivo, el método de Jean-Pierre Thibaut, para categorizar las causas raíz con la finalidad de identificar soluciones a los problemas. Observaremos lo descrito en la siguiente tabla 3.1.

Tabla 3.1*Causas raíces de problemas identificados*

Causa	Frecuencia	Causa raíz	Causas
Tiempo de producción reducido por averías	Alta	Falta de técnicas para identificar errores durante el proceso de fabricación	Políticas y procedimientos
Productos defectuosos	Baja		
Desmotivación en el personal	Baja	Falta de un plan de capacitación anual	Políticas y procedimientos
Falta de capacitación en temas técnicos de producción de clavos	Baja		
Falta de capacitación en temas de calidad	Baja		
Indisponibilidad de repuestos críticos	Alta	Establecer criterios y eliminar tiempos muertos en los cambios de matrices y carga de lotes	Recursos
Paradas continuas por falta de material	Alta		
Demoras en el cambio de matrices	Alta		
Falta de señalización en planta	Alta	Ineficiente distribución de planta	Políticas y procedimientos
Sobreesfuerzo al manipular producto en proceso	Alta		
Incumplimiento del presupuesto de Producción	Alta	No existe un programa de planeamiento y de producción adecuado	Políticas y procedimientos
Variación del programa de horas hombre	Alta		
Variación del programa de producción	Alta		
Servicio de Torno y fresado para fabricación de piezas aceradas	Alta	Ineficiente Gestión de Repuestos Críticos	Recursos

A continuación, se explicarán las categorizaciones que se hicieron a las causas raíces de la tabla 3.1:

- Políticas y procedimientos:

No existen políticas y procedimientos para una gestión de mantenimiento en la producción. Su situación actual es la siguiente, cuando ocurre una avería en la máquina clavera se busca solucionar en el momento, ya sea de manera artesanal, reparando las piezas rotas de manera manual, sin el uso de máquinas rectificadoras como tornos, fresas, cepillos, entre otros, esta solución inmediata retrasa la producción, ya que no existen procedimientos correctos como el reemplazo de la pieza averiada por una nueva o no se cuenta con material o insumos en el inventario de repuestos que faciliten la solución de problema de manera óptima, cuando ocurren averías como pernos

rotos y no hay en el inventario, la producción debe parar hasta que un personal de la planta se aproxime a una tienda cercana a comprar el perno o en otro caso, cuando la pieza es compleja y de un acero duro se llama a un tornero para que realice el servicio, entonces la máquina debe estar parada hasta el día en que el tornero termine su trabajo. Por otro lado, cuando se avería un repuesto crítico, como mordazas o cuchillas y no hay material en el inventario, un personal de producción se debe dirigir hacia el proveedor para comprar el material, traerlo a la planta, entregárselo al matricero para que lo trabaje, templar la pieza rectificadora y finalmente entregárselo al maquinista que la requiere. Para los problemas de productos defectuosos el maquinista no sigue procedimientos de seguimiento a su producción, no existen programas de capacitación con respecto a temas de calidad o motivación al personal sobre recompensar por el esfuerzo en su trabajo. No se cuenta con correctas planificaciones de producción o programaciones de horas hombre por lo que no se logra cumplir a tiempo con los pedidos de los clientes.

- Recursos:

El recurso maquinaria del área de trefilado no abastece de manera suficiente a las máquinas claveras que usan calibre #10, #11, #12, #13, lo que genera paradas prolongadas, reduciendo la productividad.

Por otro lado, la existencia de acero tipo K – 100 para la fabricación de las matrices y piezas de corte de las máquinas claveras es indispensable, se requiere de un programa que permita tener un inventario óptimo, lo que se hace actualmente es comprar material al requerir en el momento, prolongando las paradas de las máquinas.

CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1. Planteamiento de alternativas de solución

Recomendamos a Myl SAC cambiar su organigrama funcional a un organigrama de estructura matricial, con la finalidad de fomentar el trabajo en equipo con la participación de todos sus integrantes y poder maximizar puntos fuertes y minimizar los puntos débiles en las funciones de cada uno.

En el capítulo anterior se identificaron las principales causas raíces que limitan a la empresa a obtener un mejor indicador de productividad en la producción de clavos. Realizaremos una ponderación y un análisis de Pareto, para saber que causas afectan de manera más directa a lograr los objetivos del proceso de producción de la empresa.

Se empleará la Matriz de Selección de Problema Principal donde se listarán las principales causas raíz, se calificará cada una asignándole un valor de acuerdo al impacto en los criterios indicados. La ponderación preestablecida se multiplicará con dicha calificación para seleccionar las principales causas para posteriormente plantear soluciones a dichas causas. En la tabla 4.1 observaremos los pesos de criterios y escalas de calificación.

Tabla 4.1

Pesos de criterios y escalas de calificación

Criterios	Peso	Escala	Impacto
Impacto en la satisfacción del cliente	20%	0	Nada
Impacto en los costos de la empresa	30%	10	Poco
Complejidad, puede ser resuelto por el equipo	15%	30	Regular
Alineamiento del problema con los objetivos y estrategias de la organización	35%	90	Mucho
	100%		

Tabla 4.2*Matriz de selección de causas principales*

Causas	Criterios a evaluar				PUNTAJE TOTAL
	Impacto en la satisfacción del cliente (20%)	Impacto en los costos de la empresa (30%)	Complejidad, puede ser resuelto por el equipo (15%)	Alineamiento del problema con los objetivos y estrategias de la organización (35%)	
C1 : Falta de técnicas para identificar errores durante el proceso de fabricación	90	90	30	90	81
C2: Falta de un plan de capacitación anual	10	10	30	30	20
C3: Establecer criterios y eliminar tiempos muertos en los cambios de matrices y cargas de lotes	90	90	30	90	81
C4: Ineficiente distribución de planta	90	90	30	30	60
C5: No existe un programa de planeamiento y de producción adecuado	90	30	10	10	32
C6: Ineficiente Gestión de repuestos críticos	10	30	30	10	19

Luego se procede a realizar un ranking en la tabla 4.3.

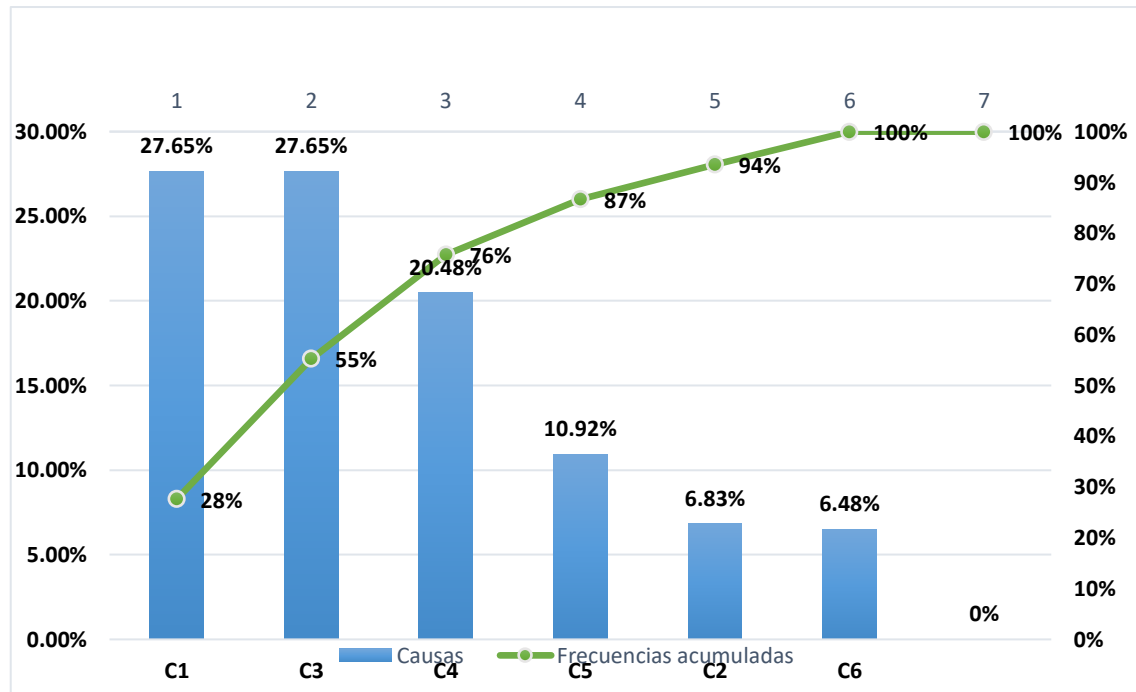
Tabla 4.3*Ranking de causas*

CAUSAS	PUNTAJE TOTAL	PUNTAJE ACUMULADO	%	% Acumulado
C3	81	81	28%	28%
C1	81	162	28%	55%
C4	60	222	20%	76%
C5	32	254	11%	87%
C2	20	274	7%	94%
C6	19	293	6%	100%

En la siguiente figura 4.1. observamos que tres causas representan el 76% de los principales problemas de la baja productividad en la producción de clavos y sobre las cuales se plantearán soluciones.

Figura 4.1

Diagrama de Pareto



Se detallarán las posibles soluciones a los problemas que limitan a obtener una productividad deseada en la producción de clavos.

Causa 1: Falta de técnicas para identificar errores durante el proceso de fabricación.

- **Solución A:** Proponer un método para evitar equivocaciones.
Diseñar un método con la participación de los operarios que permita evitar equivocaciones o identificar qué problema tiene la máquina clavera para solucionarlo inmediatamente o proceder al reemplazo de la pieza.
- **Solución B:** Propuesta de implementación de la herramienta de lean manufacturing Poka – Yoke.
Permite detectar los posibles errores y prevenirlos con el objetivo de eliminar los defectos que requieran reprocesos posteriores con aumentos de costos y pérdida del recurso tiempo.

Causa 3: Establecer criterios y eliminar tiempos muertos en los cambios de matrices y cargas de lotes.

- **Solución A:** Propuesta de implantación del SMED (Single – Minute Exchange of Die).

Propuesta para reducir el tiempo de cambios de utillaje, los cambios de mordaza, cuchillas y martillos de las máquinas claveras que puedan llevar a cabo en un tiempo inferior a 10 minutos, como también la reducción entre tiempos de cargas de lotes, los alambres trefilados puesto en las máquinas claveras, eliminando desperdicios del sistema productivo.

- **Solución B:** Programar horas extras en el área de trefilado y para el matricero. Con la finalidad que a la primera hora de la primera jornada del día siguiente los operarios de las máquinas claveras tengan sus matrices ya templadas listas para poner en la caja de la máquina clavera junto a sus cuchillas afiladas y martillos rectificadas, como también el alambre trefilado a ser consumido por la máquina clavera.

Causa 4: Ineficiente distribución de planta.

- **Solución A:** Propuesta de rediseño de distribución de planta.

Realizar una propuesta donde se evalúen los factores que afecten a la distribución de planta con la finalidad de tener un óptimo flujo de las operaciones, minimizando costos y actividades de acarreo y/o manipulación.

- **Solución B:** Propuesta de implementación Layout.

Propuesta donde se analice el problema actual de la distribución de planta aplicando los ocho factores de Muther, donde se obtendrán las nuevas restricciones y requisitos que deben cumplir las alternativas del nuevo layout a elegir.

4.2. Selección de alternativas de solución

4.2.1. Determinación y ponderación de criterios de evaluación de las alternativas

Para la selección de la solución de los problemas hallados se utilizará como apoyo el libro “Mejora continua de procesos” de la Universidad de Lima, el cual plantea qué criterios

se deben establecer para evaluar cada alternativa propuesta y así determinar la mejor solución. Se establecieron los siguientes criterios y sus pesos mostrados en la tabla 4.4.

Tabla 4.4

Escala de calificación y pesos de criterios para la selección de soluciones

Escala de complejidad	Puntaje	Criterios	Peso
Alta	10	Escala de complejidad	15%
Media	30	Tiempo de implementación	20%
Baja	50	Inversión	30%
Tiempo de implementación	Puntaje	Impacto en el problema	35%
1 - 15 días	50		100%
16 - 30 días	30		
30 a más	10		
Inversión	Puntaje		
Baja	50		
Media	30		
Alta	10		
Impacto en el problema	Puntaje		
7 a más semanas	10		
4 - 6 semanas	20		
2 - 3 semanas	30		
1 semana	40		

Nota. Bonilla, E., Diaz, B., Kleeberg, F., Noriega, M. (2010).

4.2.2. Evaluación cualitativa y/o cuantitativa de alternativas de solución

Se evaluará cada alternativa en base a los criterios establecidos en el punto anterior.

Causa 1: Faltas de técnicas para identificar errores durante el proceso de fabricación.

Tabla 4.5

Alternativas de solución para la causa 1

Alternativas de solución	15% Escala de complejidad	20% Tiempo de implementación	30% Inversión	35% Impacto en problema	Total
Proponer un método para evitar equivocaciones	30	30	10	30	24
Propuesta de implementación de la herramienta de lean manufacturing Poka – Yoke	10	10	30	40	26,5

Se eligió proponer la implementación de la herramienta del lean manufacturing Poka – Yoke pues obtuvo la mayor calificación (26,5). Enseguida, se identifican 3 maneras de lograr una propuesta eficiente para la empresa según sus necesidades.

- Adquirir una propuesta existente en el mercado.
 - ✓ Ventajas:
 - No hay necesidad de adaptar un sistema a la empresa.
 - Adquirir esta herramienta del lean manufacturing de empresas con ISO 9001.
 - ✓ Desventajas:
 - Al obtener propuestas similares de empresas fabricantes de clavos es muy probable que se tengan que realizar inversiones para llegar a asimilar su forma de trabajo, como, por ejemplo: comprar softwares, capacitar al personal, comprar herramientas nuevas, comprar máquinas de apoyo como fresas, tornos, entre otros para poder cumplir a tiempo con los requerimientos en la producción.
- Elaborar una propuesta por parte del equipo de ingeniería.
 - ✓ Ventajas:
 - Costo muy bajo, ya que se desarrolla la propuesta por parte del equipo de ingeniería.
 - Conocimiento total sobre el flujo de trabajo en el sistema de producción.
 - Propuesta de fácil manejo y adaptación para implementar.
 - Tiempo de implementación bajo.
 - ✓ Desventajas:
 - Invertir las horas de trabajo para el desarrollo de una propuesta de Poka – Yoke.
 - Es un trabajo operativo más y no se logra obtener un proceso tan automatizado.
- Tercerizar la elaboración de la propuesta.
 - ✓ Ventajas:
 - Propuesta realizada por un grupo de profesionales con experiencia en su rubro y con garantía en su trabajo.
 - ✓ Desventajas:
 - Costo muy elevado, ya que la empresa contratada requiere realizar estudios previos y diseñar su propuesta de manera eficiente.

- Tiempo de implementación muy extenso debido a la etapa previa de diseño y desarrollo de la herramienta.

A continuación, se muestran los factores que se tomarán en cuenta para seleccionar la mejor alternativa y mediante el ranking de factores de la tabla 4.6 se le dará un peso a cada uno en base al criterio del autor.

- Costo (1)
- Tiempo de implementación (2)
- Adaptación a la empresa (3)
- Automatización del proceso (4)
- Seguridad y consistencia de la información (5)

Tabla 4.6

Matriz de enfrentamiento

Factor	1	2	3	4	5	Conteo	Ponderación
1		1	1	1	1	4	50%
2	0		0	1	1	2	25%
3	0	0		0	1	1	13%
4	0	0	0		1	1	13%
5	0	0	0	0		0	0%
						8	

Ahora que cada factor tiene un peso establecido, se decidirá cuál es la mejor alternativa en base a una matriz de selección como se muestra en la tabla 4.7, donde cada factor se calificará con una escala del 1 al 3, siendo 1 malo, 2 bueno y 3 excelente.

Tabla 4.7

Valoración de alternativas

Factor	Peso	Opción 1		Opción 2		Opción 3	
		Valoración	Puntaje	Valoración	Puntaje	Valoración	Puntaje
1	50%	2	1	3	1,5	1	0,5
2	25%	3	1,5	2	1	1	0,5
3	13%	1	0,5	3	1,5	3	1,5
4	13%	3	1,5	2	1	3	1,5
			4,5		5		4

Entonces se concluye que la mejor alternativa de solución es elaborar la propuesta por parte del equipo de ingeniería de la empresa pues obtiene el mayor puntaje (5).

Causa 3: Establecer criterios y eliminar tiempos muertos en los cambios de matrices y cargas de lotes.

Tabla 4.8

Alternativas de solución para la causa 3

Alternativas de solución	15% Escala de complejidad	20% Tiempo de implementación	30% Inversión	35% Impacto en problema	Total
Propuesta de implantación del SMED	10	10	50	40	32,5
Programar horas extras en el área de trefilado y para el matricero	50	50	10	30	31

Se eligió implementar una herramienta del lean manufacturing pues obtuvo la mayor calificación (32,5) como se muestra en la tabla 4.8. Evaluaremos que ventajas y desventajas existen al implementar el SMED en la producción de clavos.

- **Ventajas:**
 - ✓ Reducción en el tiempo de cambio de mordaza para la fabricación de otro tipo de clavo requerido por el cliente, como también el rápido reemplazo de cuchillas. Las piezas se encontrarán templadas y rectificadas para el reemplazo inmediato.
 - ✓ Incremento de la disponibilidad de máquina, para aprovechar al máximo la eficiencia de planta y lograr reducir el costo con la producción a escala.
 - ✓ Posibilidad de fabricar pedidos especiales, sin encarecer el producto, como por ejemplo clavos especiales de 3 x 9 S/C para fabricación de trompos o clavos de 4 x 9 S/C para la fabricación de ejes para carritos de juguetes por campañas del día del niño o campañas navideñas.
 - ✓ Mayor facilidad para controlar el inventario.
 - ✓ Mejorar la competitividad entre los operarios.
- **Desventajas:**
 - ✓ Posibilidad de prolongación o variación de las actividades de preparación de lotes si la terminación de la preparación es incierta.
 - ✓ Materiales y/o herramientas no listas para la preparación de lotes.
 - ✓ Alto número de operaciones de ajuste al calibrar la caja de mordazas para centrar la cabeza del clavo, como también centrar la punta del mismo.

Causa 4: Ineficiente distribución de planta.

Tabla 4.9

Alternativas de solución para la causa 4

Alternativas de solución	15% Escala de complejidad	20% Tiempo de implementación	30% Inversión	35% Impacto en problema	Total
Propuesta de rediseño de distribución de planta	10	10	10	10	10
Propuesta de implementación Layout	10	10	30	20	19,5

Se eligió proponer la implementación Layout, pues obtuvo mayor puntaje frente a la propuesta de rediseño de distribución de planta. A pesar de que ambas alternativas de solución sean de costos elevados y presenten solución a largo plazo, el Layout se diferencia porque ayuda a identificar limitaciones que reducen el número de alternativas que deben considerarse logrando alcanzar el tipo de flujo propuesto en la filosofía del lean manufacturing, además, que dentro de las 6 etapas que se realizan para implementar el Layout se estudian los ocho factores de Muther que son: material, maquinaria, hombre, movimiento, espera, servicio, edificio y cambio.

4.2.3. Priorización de soluciones seleccionadas

A continuación, en la matriz de enfrentamiento de la siguiente tabla 4.10 se someterán las cuatro soluciones principales donde se determinarán el peso de cada una de ellas a criterio del ingeniero de planta y del Gerente General de Myl SAC para determinar el orden de propuesta de implementación de las soluciones propuestas.

Tabla 4.10

Matriz de enfrentamiento - Soluciones propuestas

Solución	1	2	3	Conteo	Ponderación
1		1	0	1	25%
2	1		0	1	25%
3	1	1		2	50%

Entonces concluimos que la primera propuesta de implementación del lean manufacturing es el “Layout”, seguido del “Poka – Yoke” y finalmente “SMED”.

En este trabajo de investigación se desarrollarán propuestas de implementaciones de herramientas del lean manufacturing, ya que la empresa tras tener una trayectoria de 33 años en el mercado se encuentra en una etapa de declinación, por lo que realizar inversiones a corto y mediano plazo no es posible por temas financieros, por el momento. Nos centraremos solo en la producción, mejorando el indicador más importante con las propuestas, la productividad de planta.



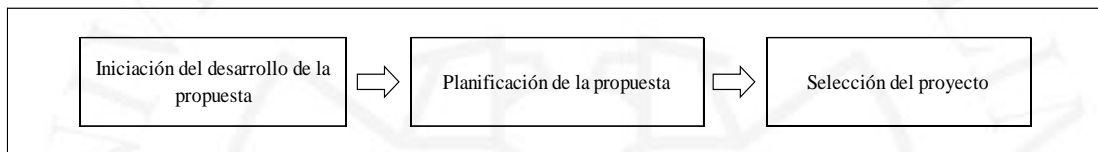
CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES

5.1. Ingeniería de la solución

Solución 1: Propuesta de Layout. A continuación, en la figura 5.1 se describirán las actividades para desarrollar la propuesta de implementación.

Figura 5.1

Actividades para desarrollar la propuesta Layout



La iniciación del desarrollo de la propuesta comienza con el compromiso con la gerencia y definir el objetivo del proyecto propuesto. **La planificación de la propuesta** incluye en definir las políticas, es decir, objetivos y alcances del Layout y definir los procedimientos necesarios para el óptimo desarrollo de la propuesta a seleccionar. Por último, **la selección del proyecto** incluye la definición de los recursos tecnológicos y humanos necesarios para su futura ejecución.

- **Iniciación del desarrollo de la propuesta**

Se detallarán los pasos necesarios para dar inicio al desarrollo de la propuesta de Layout.

- ✓ Compromiso de la gerencia: La gerencia autoriza de manera formal el inicio del desarrollo de la propuesta de implementación. En este caso la gerencia cumple un rol muy importante, ya que ellos finalmente son los responsables de decidir si la propuesta a futuro se va a implementar o no y sobre todo decidiendo el nivel de inversión. Asimismo, son los encargados de seleccionar al responsable del desarrollo de la propuesta de solución y generar en ellos un sentido de compromiso.

- ✓ **Objetivos:** El objetivo de esta propuesta de implementación Layout es demostrar que una eficiente distribución de planta ayuda notablemente a incrementar la producción, eliminar desperdicios y reducir costos que finalmente beneficia a la empresa a corto o mediano plazo.
- ✓ **Alcances:** Abarcar todo el recorrido del flujo de trabajo en donde la materia prima se transforme hasta llegar a ser producto final.

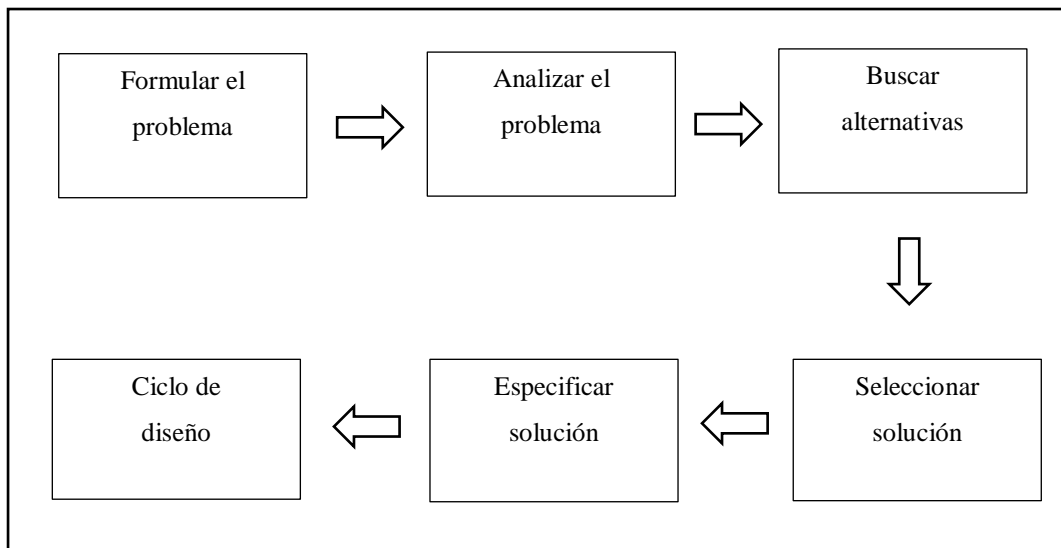
- **Planificación de la propuesta**

En esta etapa, detallaremos las políticas y procedimientos necesarios para el desarrollo de la propuesta de implementación del Layout.

- ✓ Definir y detallar las políticas, su objetivo y alcance para el desarrollo de la propuesta de implementación del Layout.
 - **Objetivo de las políticas**
 - El objetivo de las políticas es de contar con toda la información necesaria y conocimiento total sobre el flujo de la transformación de la materia prima hasta el almacenaje de producto terminado.
 - ✓ **Alcance de las políticas:** De uso y aplicación de las siguientes áreas:
 - Producción y control de la producción
 - Mantenimiento
 - Logística: compras y almacén
 - **Políticas:**
 - El responsable, bachiller en Ingeniería Industrial, de desarrollar la propuesta de implementación debe hacer todas las coordinaciones y resolver todas sus dudas con el Ingeniero de Planta, ya que este es el que conoce totalmente el proceso productivo y el esfuerzo – carga que se utiliza para transportar los materiales.
 - Las alternativas de solución deben tener en cuenta el menor tiempo posible en parada de producción.
 - Debe buscarse reducir en lo mayor posible la utilización de mano de obra en el proceso productivo.
 - La alternativa a seleccionar debe ofrecer una solución a mediano o corto plazo.
- ✓ **Procedimientos:** A continuación, se describe el procedimiento en etapas necesarias para desarrollar la propuesta de implementación.

Figura 5.2

Seis etapas para el Layout

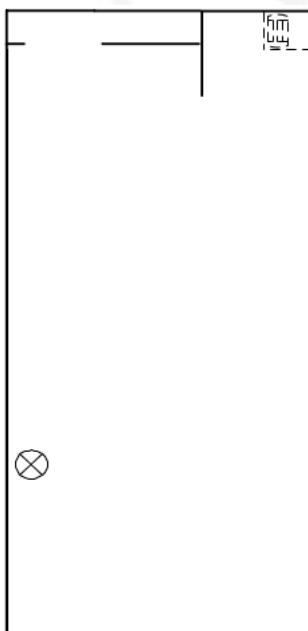


Nota. Mejora en la distribución en planta con técnicas lean manufacturing, Universidad de Sevilla.

Previamente al desarrollo de la propuesta de implementación es necesario tener el Layout de planta en blanco (solo puertas y columnas) con la finalidad de ubicar la fase final de este y estudiar alternativas de flujo de materiales (entrada y salidas) para finalmente seleccionar una de ellas.

Figura 5.3

Plano en blanco de planta



Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC

- **Etapa 1: Formular el problema**

Debido a que esta empresa, ya de una trayectoria considerable, fue incrementando su producción poco a poco con adquisición de nuevas maquinarias, incremento de personal, entre otros, para poder satisfacer el aumento de la demanda con el paso de los años, en su momento se hizo una distribución de planta sin tener en cuenta la afinidad de los elementos adyacentes, sin un análisis previo de los flujos involucrados. Como resultado se tiene pasillos muy reducidos por el exceso de máquinas, flujos de trabajo muy ineficientes, sobreesfuerzo por parte de los operarios, exceso de ineficiencia por el tiempo que demora en transportar los productos en proceso, entre otros.

Entonces el problema actual es el siguiente: Una empresa que se fue desarrollando de a pocos por el incremento de la demanda con el paso de los años sin tener un conocimiento previo sobre la distribución de planta, ya que los dueños no fueron en su momento personas con educación superior, fue creciendo y acomodándose en base a sus necesidades, por lo que hoy requiere de mucha mano de obra para su proceso de fabricación, lo cual eleva el costo y ahora busca una solución de mediano a corto plazo.

- **Etapa 2: Analizar el problema**

Este análisis se realiza de forma sistemática aplicando los ocho factores de Muther, que son: Material, Maquinaria, Hombre, Movimiento, Espera, Servicio, Edificio y Cambio. De estos obtendremos las principales restricciones y los requisitos que deben cumplir las alternativas del nuevo Layout a proponer para finalmente elegir el mejor layout propuesto.

• **Factor Material:**

Este análisis es el estudio de la transformación de la materia prima hasta el producto final.

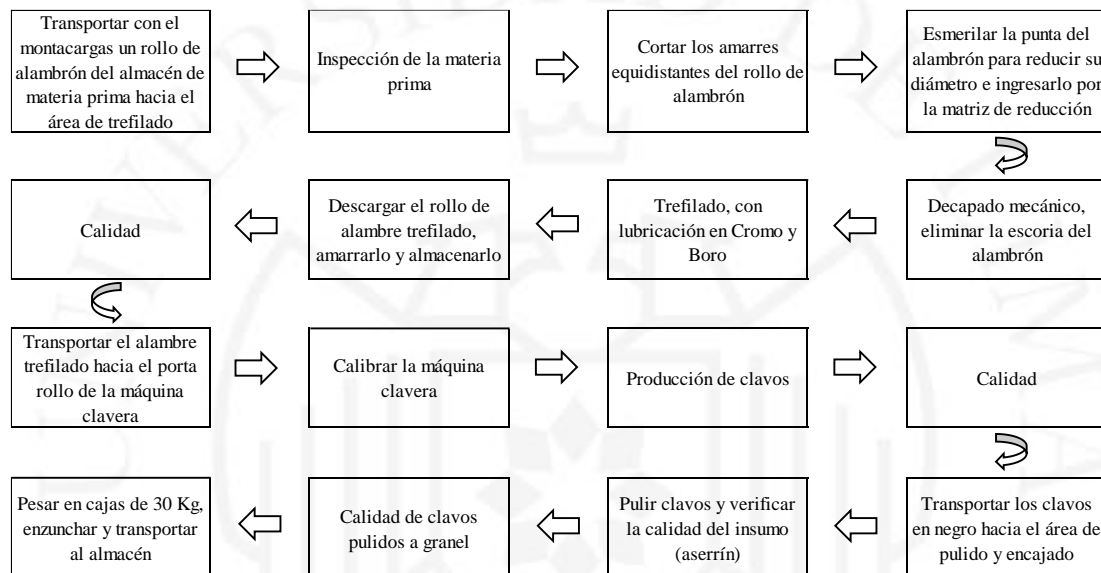
El objetivo es familiarizarse con todas las etapas de producción necesarias para llegar al producto final, mas no el estudio de materiales que forman parte del producto.

El análisis consiste en estudiar la secuencia de las operaciones realizadas sobre el producto sin tener en cuenta su localización relativa en planta. Gracias a este factor comprenderemos la tecnología con la que cuenta la empresa.

A continuación, veremos la secuencia de operaciones de nuestro producto en estudio, caja de clavos en presentación de 30 Kg.

Figura 5.4

Secuencia de operaciones producción de clavos



Observamos que en sus actividades de transporte de productos en proceso y producto final requieren obligatoriamente de mano de obra, no cuentan con sistemas de tecles instalados en su infraestructura o con maquinaria especializada para el acarreo de materiales. La única tecnología que posee la empresa es el uso del montacargas, los demás medios de transporte se realizan de manera manual.

- Factor Maquinaria:

Este factor analiza los tipos y la cantidad de cada útil o herramienta presente en el área de trabajo, en caso sea determinante.

Área de Trefilado:

- Útiles para el corte de amarres (cizallas y alicates).

- Dos útiles para sacar punta (50x40x110cms) y tres para esmerilar el alambón (60x25x100cms).
- Varios porta rollos para descargar el alambre trefilado y posteriormente almacenarlo (100x100x110cms).
- Útil para manipular el alambre trefilado (guantes reforzados).
- Útil para rectificar hileras (40x40x80cms).
- Ubicación del jabón lubricante.

Área de Fabricación de clavos:

- Cuarenta y nueve porta rollos (100x100x110cms).
- Once porta rollos de transporte – espera.
- Tres útiles para afilar cuchillas claveras.
- Tres útiles de taladro (40x50x160cms).
- Cuatro mesas de trabajo (80x90x100cms).
- Dos estanterías para almacén de piezas o repuestos.
- Ubicación para la merma (60x120x100cms).
- Ubicación para insumos como grasa industrial, aceite y huaípe industrial.

Área de Pulido y Encajado:

- Ubicación del aserrín seco (100x120x100cms).
- Ubicación de cajas vacías.
- Dos carretillas para transportar los clavos en negro (90x60x70cms).
- Cuatro carretas de despacho (70x90x150cms).
- Factor Hombre:

Se contabilizará toda la planilla del área de producción, tanto operarios, mecánicos, ayudantes e ingenieros de planta, con la finalidad de tener una idea de la cantidad de personal que tiene que haber para que el porcentaje de aprovechamiento sea el máximo.

En la actualidad, se cuentan con un Ingeniero de planta, un supervisor de planta, ocho trefiladores, nueve maquinistas para la fabricación de clavos, dos matriceros, un mecánico, dos jefes del área de pulido (clavos grandes y clavos chicos), dos ayudantes del área de pulido, una persona encargada del embolsado y un almacenero. En total 28 personas en un turno de 8 horas, pero solo 26 personal dentro de planta.

Para cada área calcularemos el número necesario de operarios, teniendo en cuenta distintas variables. La cultura del lean manufacturing llevará a que los operarios realicen varias tareas, a diferencia de lo que ocurre actualmente, donde cada operario solo se centra en una sola tarea y requiere la participación de otro para resolver un tipo de problema que no le compete.

En este caso respetaremos la política de la empresa, como observaremos en el siguiente cuadro, donde los operarios no solo tengan que cumplir una específica función, sino que participan en la realización de varias tareas.

Tabla 5.1

Personal en Planta

Personal en Planta	Cantidad
Ayudantes	2
Trefiladores	5
Maquinistas Claveros	6
Mecánico	1
Matricero	1
Pulidores	2
Ingeniero de Planta	1
Supervisor de Planta	1
Total	19

- **Factor Movimiento**

Para este análisis se aplicará el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) con el objetivo de buscar suprimir movimientos innecesarios o que pueden ser reemplazados con tecnología respecto a los materiales.

Lo que buscamos en la nueva propuesta del Layout analizando el DAP de la figura 5.5 es reducir, en lo posible, las distancias y tiempos entre procesos, como también eliminar algunos traslados de extensas distancias, el objetivo es incrementar la productividad.

Figura 5.5

Diagrama de Análisis del Proceso

CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO								
DIAGRAMA num: 1 HOJA num: 1		RESUMEN								
OBJETO: Caja de clavo de 30 kg	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA			ECONOMÍA				
ACTIVIDAD: Proceso completo	Operación	10								
METODO: Actual	Transporte	2								
	Espera	3								
	Inspección	9								
LUGAR: Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC	Almacenam	3								
Operario(s):	Ficha num:	Distancia								
		Tiempo								
Compuesto por:	Fecha:	Costo								
		Mano de Obra								
Aprobado por:	Fecha:	Material								
DESCRIPCIÓN	C	D(m)	T(min)	SIMBOLO					Observaciones	
				○	⇨	D	□	▽		
01: Rollos de Alambre en Almacén de MP										Cada rollo de 2,000 kgs
02: Se traslada al área de Trefilado		30	5							En montacarga
03: Se verifica diámetro, peso y composición										En el ticket del rollo de alambre
04: Se retiran los amarres del alambre			3							Representa el 0,3% del peso del rollo de alambre
05: El alambre se esmerila y se suelda para comenzar con el proceso			6							
06: Verificar línea de trefilado										Con micrómetro
07: Decapado mecánico										Representa el 0,9% del peso del rollo de alambre
08: Trefilado										Lubricación al cromo y boro
09: Descargar alambre trefilado en portarollo			2							La mayoría de descargas son manuales
10: Trasladar portarollo a la máquina clavera			4							Manualmente
11: Verificar calidad del alambre										
12: Verificar mordaza y cuchillas										
13: Calibrar máquina clavera y lubricar										Con herramientas
14: Producción de Clavos										
15: Verificar calidad de clavos										
16: Trasladar clavos negros al área de Pulido										Con carretillas de manera manual
17: Limpiar caja de Pulido										
18: Cargar clavos negros a la pulidora										De manera manual
19: Echar aserrín de manera proporcional										
20: Pulir Clavos			25							
21: Abrir pulidora y verificar pulido										
22: Descargar clavos pulidos										Sobre bandeja
23: Llenar cajas vacías con clavos										
24: Pesar cajas de clavos en balanza y verificar										
25: Ensunchar y engrapar cajas de clavos										
26: Verificar estado de la caja y su medida re										
27: Trasladar cajas de clavos al almacén de productos terminados		60								En carretillas de manera manual o con pallets en montacargas

- Factor Espera:

En este factor se estudian tres tipos de almacenes: materia prima, producto en proceso y producto terminado, el objetivo es determinar el espacio requerido para cada tipo de almacén.

En la actualidad, existe gran problema de acumulación de stock del producto en proceso alambre trefilado, que posteriormente van a las máquinas claveras, se almacenan ocupando espacio en los pasillos, donde transita el montacargas o el personal con carretillas y/o producto terminado u ocupando espacio de las máquinas claveras, como también problema de acumulación de stock de producto terminado, en este caso el alambre recocido que se acumula en donde se disponga de espacio en la planta.

Para este trabajo de investigación no realizaremos un análisis profundo de este factor de Muther, ya que estudiamos los clavos negros que para este caso solo se almacenan en el espacio disponible de las máquinas claveras o en pequeños cajones metálicos que se llevan directamente al área de pulido y encajado de manera continua. Pero sí consideraremos los datos de inventarios promedios y algunos datos de áreas donde se almacenan algunos productos.

Tabla 5.2

Cantidad (kgs) de Inventario Promedio

Items	Inventario promedio (kgs)
Alambrón en planta	13.000,000
Alambre trefilado por ser procesado para clavos	6.000,000
Alambre trefilado para ser recocido en el horno	5.500,000
Clavos negros por pulir	6.000,000
Clavos por encajar	600
Clavos encajados (Producto Terminado)	10.000,00
Alambre recocido (Producto Terminado)	5.000,00

Tabla 5.3

Área de almacenes

Almacenes	Área (m ²)
Materia Prima	1.000
Cajas de Clavos	150

- **Factor Servicio:**

Este factor estudia las condiciones ambientales del área de trabajo y otras condiciones de trabajo como son los servicios que deben trabajar en cada planta (mantenimiento, calidad, logística).

Actualmente la planta cumple con todos los requisitos de luminosidad, ruido, espacios mínimos requeridos, a excepción de una reconstrucción total del suelo, ya que no es uniforme totalmente.

- **Factor Edificio:**

Este factor analiza la superficie real del edificio. Para nuestro caso, la planta es de un solo nivel y cuenta con pocas columnas lo que hace posible poder proponer distintas posibilidades de cambios de distribución.

- **Factor Cambio:**

Una propuesta para este factor es el más difícil del estudio, ya que su objetivo es dejar la empresa preparada para cualquier cambio futuro, por lo que se tendría que conversar con el gerente sobre sus planes futuros, ya que la distribución que elija entre las propuestas no será válida para siempre.

- **Etapa 3: Buscar alternativas**

Tras analizar los ocho factores de Muther, se plasmarán las ideas recogidas en el método de Guerchet con la finalidad de confirmar si el área actual de la planta es la que recomienda el método para poder realizar la propuesta de layout.

Tabla 5.4

Elementos estáticos y móviles para el método de Guerchet

<u>Elementos estáticos:</u>	<u>Elementos móviles:</u>
02 Taladros	20 operarios
04 esmeril de pie	02 carretillas
02 prensas	04 carretas
04 mesas de trabajo	Máquina soldadora
03 destroncadoras	60 porta rollos
T - 1	05 balanzas
T - 2	montacargas
T - 3	06 bandejas de pulido
T - 4	03 esmeril móviles
06 Claveras Grandes	
23 Claveras Medianas	
20 Claveras Pequeñas	
01 recolector de merma	
02 Afiladoras de cuchillas	
Aceite	
Grasa	
Máquina cepilladora	
Mufla	
07 Máquinas Pulidoras	
Tanque de aserrin	
02 Sacapuntas	
03 Soldadoras de alambre	

Tabla 5.5

Coefficiente de evolución

$$\begin{aligned} h_{EE} &= 1,34655064 & ; k &= 0,4453 \\ h_{EM} &= 1,19935684 \end{aligned}$$

Tabla 5.6*Elementos estáticos del Guerchet*

Elementos estáticos	n	(mts)			Ss	Sg	Se	St	Ss*n	Ss*n*h
		largo	ancho	altura						
Taladro	2	0,4	0,5	1,6	0,20	0,2	0,178	1,156	0,4	0,64
Esmeril de pie	4	0,3	0,4	1,1	0,12	0,24	0,160	2,081	0,48	0,528
Prensa	2	0,5	0,3	1	0,15	0,15	0,134	0,867	0,3	0,3
Mesa de trabajo	4	1,1	1	1	1,10	4,4	2,449	31,798	4,4	4,4
Destroncadoras	3	4,5	3,2	1,5	14,40	28,8	19,239	187,317	43,2	64,8
T - 1	1	10,7	1,5	2,5	16,05	32,1	21,443	69,593	16,05	40,125
T - 2	1	8,3	1,5	2,5	12,45	24,9	16,634	53,984	12,45	31,125
T - 3	1	6,8	1,5	2,5	10,20	20,4	13,628	44,228	10,2	25,5
T - 4	1	2,5	1,5	2,5	3,75	7,5	5,010	16,260	3,75	9,375
Claveras Grandes	6	3,3	1,3	1,2	4,29	12,87	7,642	148,813	25,74	30,888
Claveras Medianas	23	2,9	1,2	0,9	3,48	10,44	6,199	462,741	80,04	72,036
Claveras Pequeñas	20	2,2	1	1	2,20	6,6	3,919	254,381	44	44
Recolector de merma	1	0,6	1,2	1	0,72	0,72	0,641	2,081	0,72	0,72
Aceite	1	0,5	0,5	0,9	0,25	0,25	0,223	0,723	0,25	0,225
Grasa	1	0,35	0,35	0,4	0,12	0,1225	0,109	0,354	0,1225	0,049
Máquina cepilladora	1	1,3	0,5	1,2	0,65	1,95	1,158	3,758	0,65	0,78
Mufla	1	0,6	0,7	1,8	0,42	0,42	0,374	1,214	0,42	0,756
Máquinas Pulidoras	7	1,5	1,2	1,5	1,80	1,8	1,603	36,423	12,6	18,9
Tanque de aserrín	1	1	1,2	1	1,20	1,2	1,069	3,469	1,2	1,2
Sacapuntas	2	0,5	0,4	1,1	0,20	0,2	0,178	1,156	0,4	0,44
Soldadoras de Alambre	3	0,6	0,5	1,1	0,30	0,9	0,534	5,203	0,9	0,99
								1327,60	258,27	347,78

Tabla 5.7*Elementos móviles del Guerchet*

Elementos móviles	n	largo	ancho	altura	Ss	Ss*n	Ss*n*h
Operarios	20			1,65	0,5	10	16,5
Carretillas	2	0,9	0,6	0,7	0,54	1,08	0,756
Carretas	4	0,7	0,9	1,5	0,63	2,52	3,78
Máquina de soldar	1	0,4	0,4	0,6	0,16	0,16	0,096
Porta rollos	60	1	1	1,1	1	60	66
Balanzas	5	1,3	0,9	1,4	1,17	5,85	8,19
Monta cargas	1	3,2	1,1	2,3	3,52	3,52	8,096
Bandejas de Pulido	6	1	1,1	0,65	1,1	6,6	4,29
Esmeriles móviles	3	0,6	0,25	1	0,15	0,45	0,45
						90,18	108,158

En conclusión, el método de Guerchet nos recomienda un área de 1.328 m² para desarrollar la propuesta de Lay out, mientras que el área real de la planta es de 1.400 m², lo que significa que el área requerida es casi exacta a la real, lo que sí nos permitiría rediseñar las áreas para mejorar el flujo de trabajo lo que llevaría a incrementar la productividad.

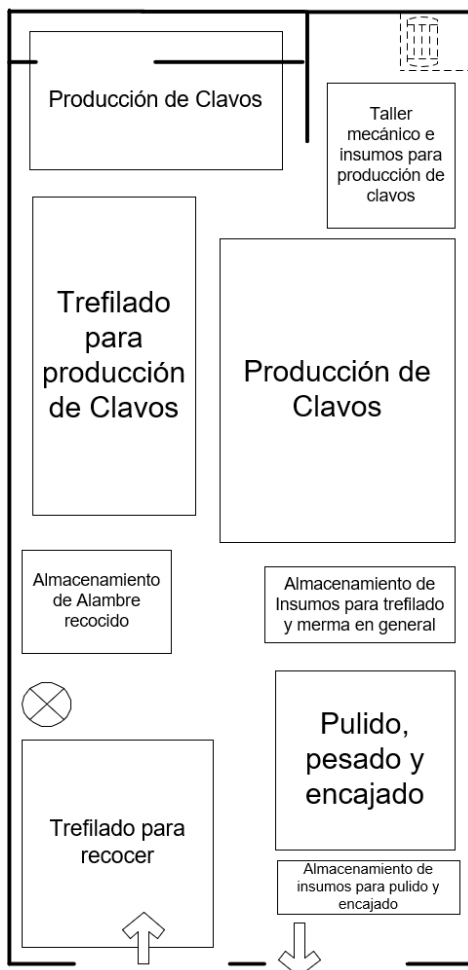
- **Etapa 4: Seleccionar solución**

Para esta etapa se realizó un brainstorming en colaboración con el Gerente General y el Ingeniero de planta discutiendo el proyecto de layout reflejando a futuro un flujo de trabajo más digerible, con menos participación de mano

de obra, evitar el sobreesfuerzo en los empleados, adquirir nuevas tecnologías para aumentar la capacidad de planta, eliminar tiempos muertos, entre otros, buscando el beneficio económico para la empresa y se obtuvo el siguiente bosquejo en la figura 5.6 de lo que la empresa Myl S.A.C. quiere llegar a ser en un corto o mediano plazo.

Figura 5.6

Propuesta de Layout Myl SAC

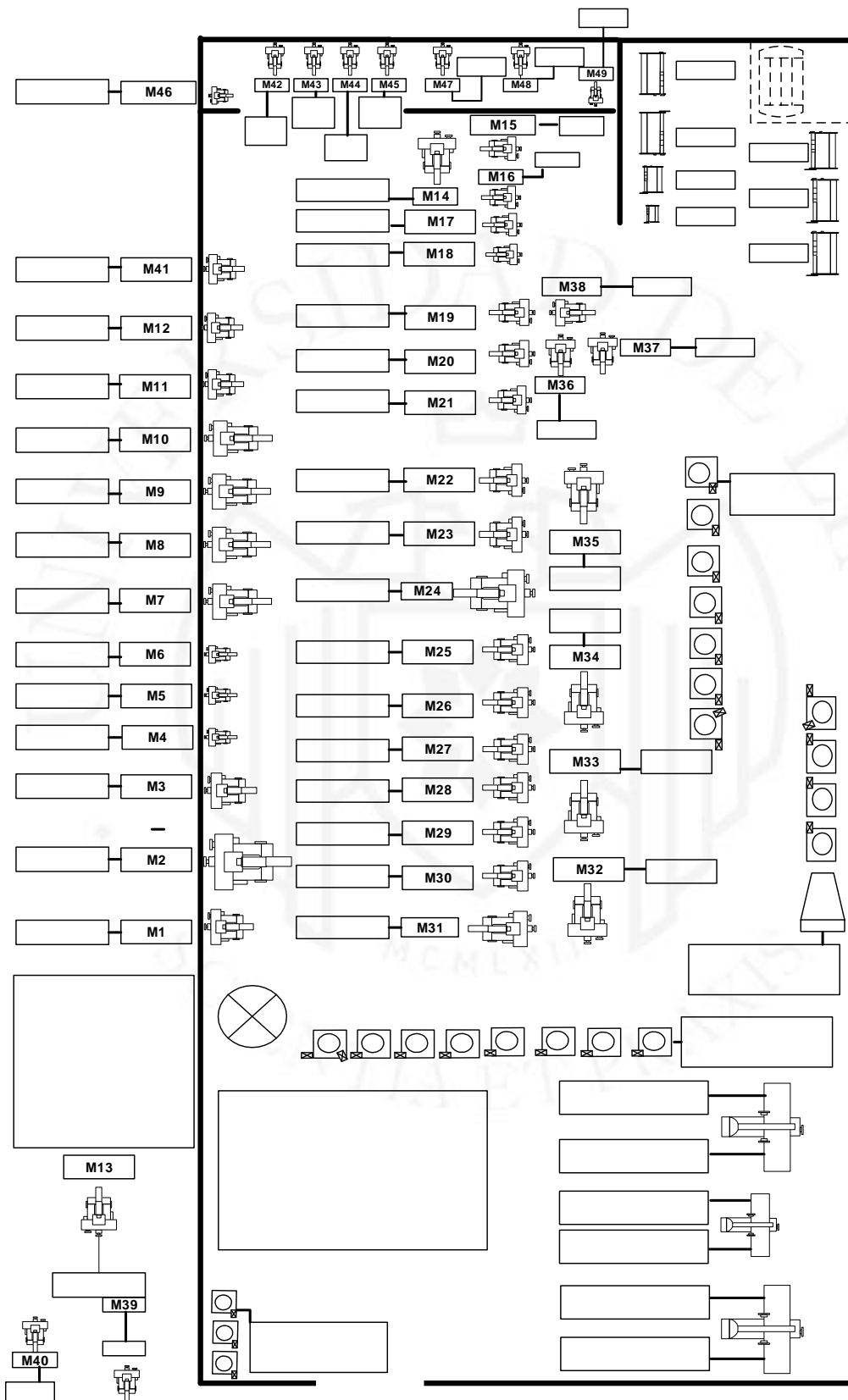


- **Etapa 5: Especificar solución**

Compararemos el antes y el después, en la siguiente figura 5.7 se muestra la distribución actual de Myl S.A.C.

Figura 5.7

Layout actual Myl SAC



Nota. Fábrica de Alambres y Clavos Myl S.A.C.

En la actual distribución de planta solo se tiene un único acceso y salida a ella, el montacargas requiere, obligatoriamente, ir hasta la última trefiladora del lado superior derecho, por lo menos dos veces en una jornada de 8 horas, ya que es la trefiladora que más alambra consume en su jornada, 4.500 kgs, para poner un nuevo lote, lo que significa parar cierta cantidad de trefiladoras para que este tenga acceso y también maniobrar por los pasillos tan estrechos, como también requiere, en algunos casos, sacar los pallets con cajas de clavos del área de pulido y encajado.

Para el nuevo Layout se propone tener un acceso y una salida de manera independiente con la finalidad de tener un mejor flujo de trabajo, mayor maniobrabilidad y también por temas de seguridad y Defensa Civil.

Observamos en la actual distribución de planta que las áreas de trabajo están mezcladas, algunas máquinas claveras de poco uso se han sacado de la planta por falta de espacio, requiere de personal que entre y salga de la planta para calibrar estas máquinas y ponerlas en marcha. También que algunas trefiladoras están muy distanciadas de las máquinas claveras, sobre todo las trefiladoras que producen alambre exclusivamente para clavos, el recorrido del operario con su producto en proceso es muy extenso. Finalmente, el área de pulido y encajado, que es el último del proceso de producción es el área más distante de la puerta de acceso, peor aún del almacén de productos terminados, 60 metros desde el acceso a la planta.

El nuevo Layout propone tener un flujo de trabajo continuo, es decir, que su anterior y posterior proceso estén próximos, tener un acceso y una salida en la planta, un recorrido donde el montacargas solo entre a lo mucho 20 metros de distancia, en comparación a lo que recorría 60 metros de distancia, sin detener las máquinas, ya que un operario del trefilado es el encargado de operarlo. Que la producción para recocer esté cerca al horno y este producto en proceso se almacene cerca, aprovechar el espacio para reubicar las máquinas claveras y llevar el área de pulido y encajado cerca al acceso/salida de la planta, ya que las pulidoras expulsan partículas de aserrín ensuciando las máquinas de la planta y perjudicando la salud de los cercanos.

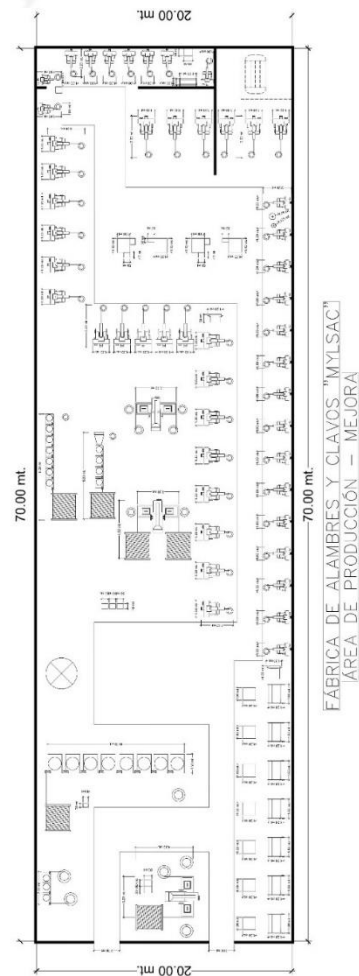
Tener un nuevo orden y control en las áreas de trabajo, una nueva cultura que impone el lean manufacturing, para Myl SAC.

- **Etapa 6: Ciclo de diseño**

En esta etapa se incluyen todas las modificaciones que surgen al momento de la implementación, ya sean problemas eléctricos o modificaciones físicas en las áreas de trabajo o mejoras en las vías de evacuación de los operarios. Con el Layout propuesto evaluaremos los beneficios de la nueva distribución de planta que trae para la empresa con el fin de mejorar la productividad en la producción de clavos. En el anexo 1 se podrá visualizar las dimensiones de la propuesta layout para Myl SAC, desarrollado en el programa Autocad.

Figura 5.8

Propuesta de Layout para Myl SAC



Entonces de la siguiente propuesta de Layout concluimos las siguientes mejoras con respecto a nuestros indicadores de productividad de mano de obra y materia prima:

Tabla 5.8

Producción perdida por carga de lote a T-3 en jornada de 8 horas con Layout Actual.

	Calibre	Tiempo parada máquina (min)	Producción perdida (kgs)
Destroncadora	N° 10	12	48
1	N° 8	12	58
Destroncadora	N° 7	12	82
2	N° 9	12	49,92
Destroncadora	N° 11	12	52,17
3	N° 13	12	40
T - 1	N° 16	12	60
			390,09

Tabla 5.9

Incremento porcentual de los indicadores de Productividad

	Layout Actual	Layout Propuesto	Incremento
PMO (kg. / HH)	840	888,76	5,805%
PMP (kgPT. / kgMP)	0,48	0,4941	2,938%

Al tener un mejor flujo de trabajo también se requerirá menos personal en las actividades, por lo que en la siguiente tabla 5.10 se presenta el ahorro anual, con un sueldo promedio de S/. 1.150,00.

Tabla 5.10

Ahorro anual de personal en planta

	Cantidad Personal	Costo mensual
Layout actual	26	S/.29.900,00
Layout propuesto	19	S/.21.850,00
Ahorro mensual		S/.8.050,00
Ahorro Anual		S/.112.700,00

Por otro lado, con la propuesta de layout también se podrían evaluar otras mejoras como la disminución de fatiga en los operarios, porque se acortan las distancias en las cargas de lotes, mayor limpieza en las áreas de trabajo, sobre todo en las máquinas claveras, ya que en la propuesta de layout el área de pulido y encajado se ubica cerca a la salida de planta, ya que actualmente las partículas dispersas en el aire de aserrín se mete

en las máquinas claveras dificultando la lubricación en la fricción de las piezas, llevando a programar mantenimientos a los tanques de aceites de las máquinas, parando la producción.

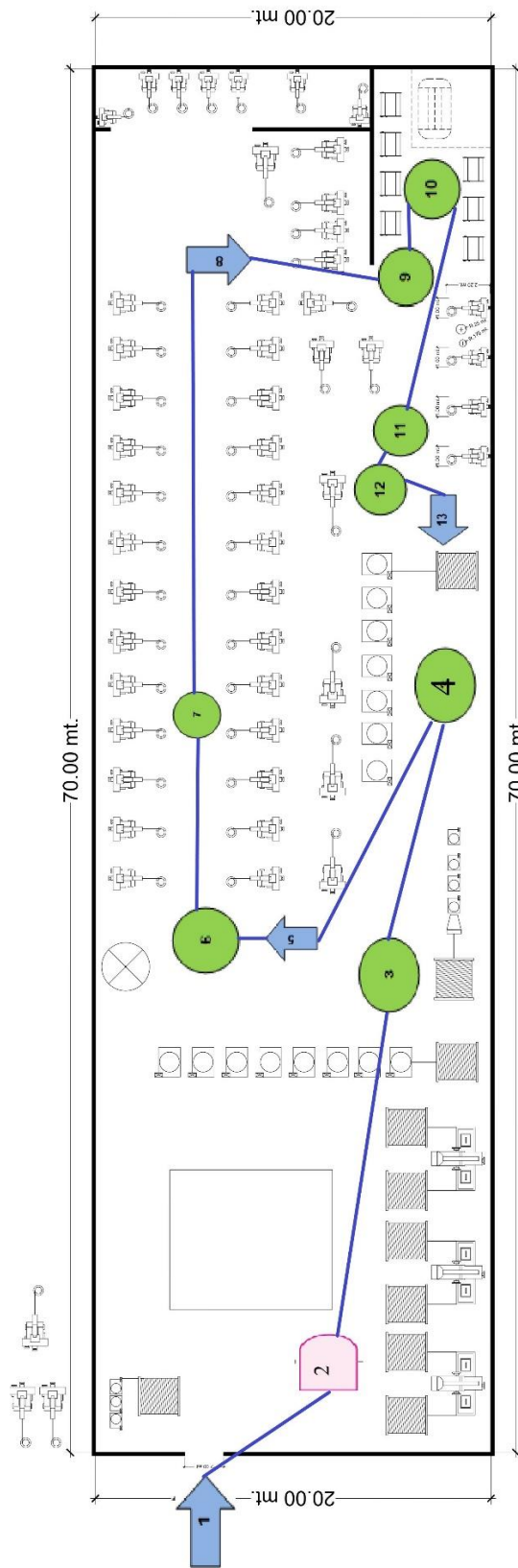
Otro punto importante es que ahora las 04 mesas de trabajo, equipadas, están a la vista de las máquinas claveras, permitiéndole al mecánico o como también al operario a poder resolver los problemas de manera más óptima, ya que actualmente el mecánico u operario tiene que llevar la pieza averiada o informar al mecánico al taller que se encuentra fuera de la planta, dejando sus máquinas en todo caso detenidas, ya que no podrá observar su producción en caso de alguna avería, lo que podría dificultar la solución del problema.

Estos puntos serían importantes evaluar, pero para el presente trabajo de investigación solo nos vamos a enfocar en la PMO y PMP en la producción de clavos con los datos obtenidos en los anteriores cuadros.

Para comprender la situación visualmente observaremos el diagrama de recorrido actual y el propuesto en la figura 5.9 y 5.10.

Figura 5.9

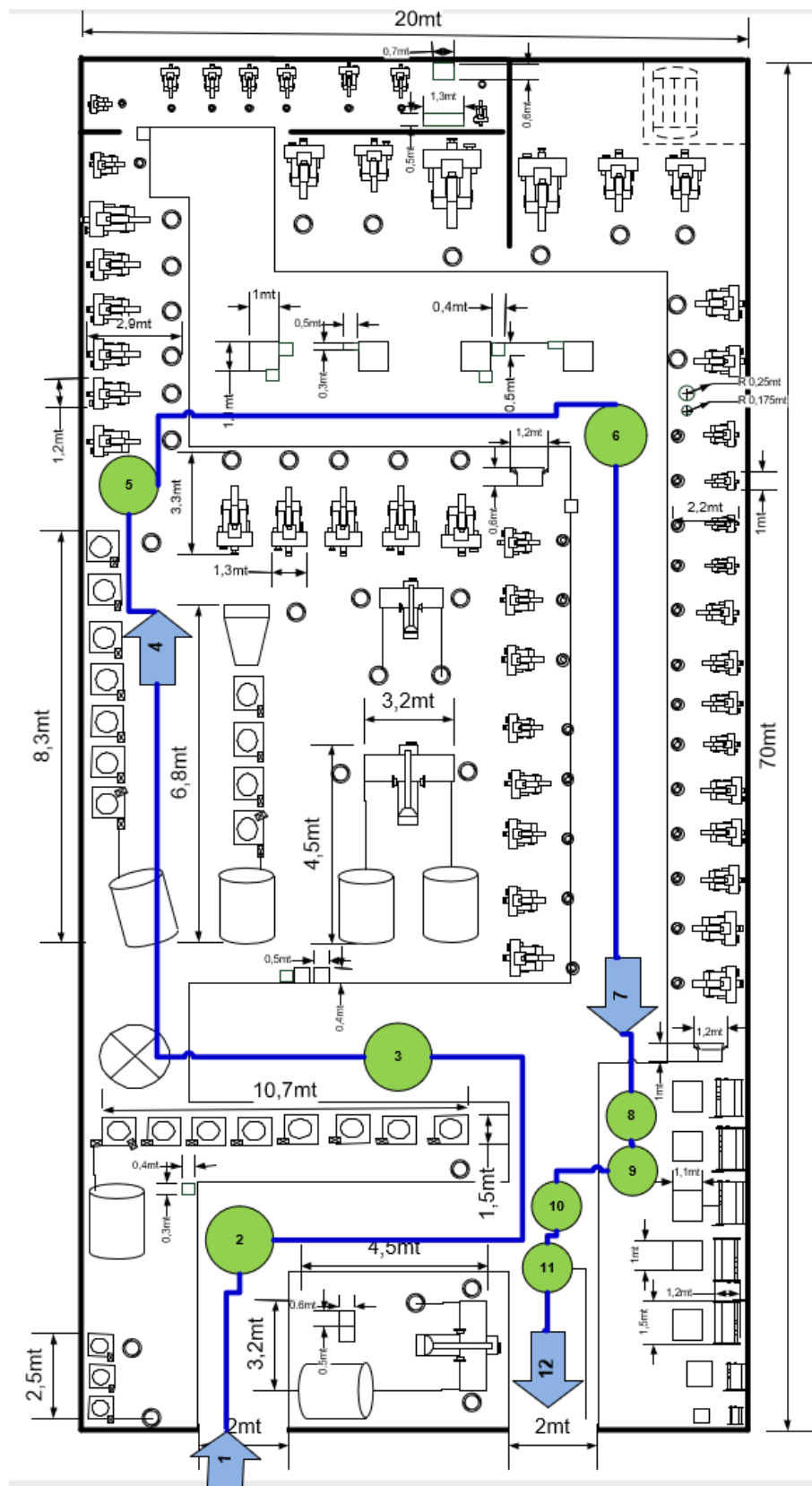
Diagrama de recorrido Actual



FÁBRICA DE ALAMBRES Y CLAVOS "MYLSAC"
ÁREA DE PRODUCCIÓN - ACTUAL

Figura 5.10

Diagrama de recorrido Propuesto



Solución 2: Propuesta de SMED.

- **Iniciación del desarrollo de la propuesta**

A continuación, se detallarán los pasos necesarios para dar inicio al desarrollo de la propuesta de la herramienta del lean manufacturing Single Minute Exchange of Die.

- ✓ Compromiso con la gerencia: La gerencia en esta etapa autoriza de manera formal la iniciación del desarrollo de la propuesta. Como ya se mencionó anteriormente, la gerencia cumple un rol muy importante, ya que en la futura implementación de la propuesta son los responsables en decidir si se lleva a cabo con el nivel de inversión establecido.
- ✓ Objetivo: El objetivo de la propuesta es reducir el tiempo total dedicado a cambios de utillaje en las máquinas claveras.

- **Planificación de la propuesta**

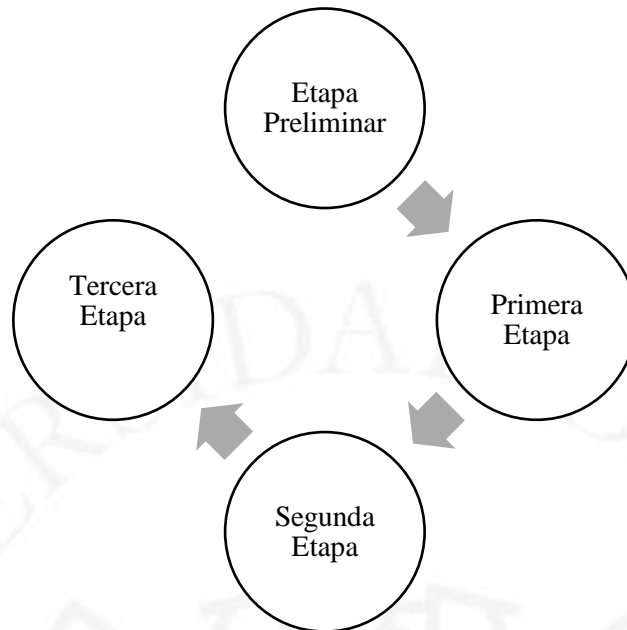
Detallaremos las políticas y procedimientos necesarios para el desarrollo de la propuesta SMED.

- ✓ Definir y detallar las políticas, objetivo y alcance para el desarrollo de la propuesta.
 - Objetivo de las políticas:
 - El objetivo de definir las políticas es de aclarar el uso correcto de los recursos de la empresa y sustentar al personal a estudiar el fin del estudio.
 - Alcance de las políticas: Las políticas a detallar son de uso y aplicación de las siguientes áreas:
 - Producción y Mantenimiento.
 - Políticas:
 - El desarrollo de la propuesta SMED, será ejecutado con los recursos propios de la empresa.
 - El desarrollo de la propuesta SMED tomará en consideración el Layout propuesto en el punto anterior.
 - La propuesta SMED estudiará a dos empleados de planta bajo su consentimiento previo, justificando el fin del estudio a realizar.
- ✓ Procedimientos.

A continuación, se describirán las etapas para desarrollar la propuesta SMED, en la figura 5.11 se muestran las cuatro etapas a desarrollar.

Figura 5.11

Etapas del desarrollo de la propuesta SMED



Nota. Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Etapa preliminar: Las actividades internas y externas no se distinguen. En esta etapa se debe entender la condición inicial a estudiar, observar y analizar cada tarea o paso realizado por el operario sin dar conclusiones ni juicio alguno.

Nos apoyaremos en tres formatos con la finalidad de comprender mejor y poder realizar mediciones con la propuesta a desarrollar:

- Formato de toma de tiempos.
- Formato curso-grama analítico.
- Diagrama de recorrido (tomando en cuenta el Layout propuesto).

Antes de realizar los formatos y analizarlos vamos a entender algunos términos para nuestro estudio a desarrollar.

Como sabemos vamos a desarrollar una propuesta SMED para el área de fabricación de clavos, el estudio implica las actividades y/o tareas que el operario realiza.

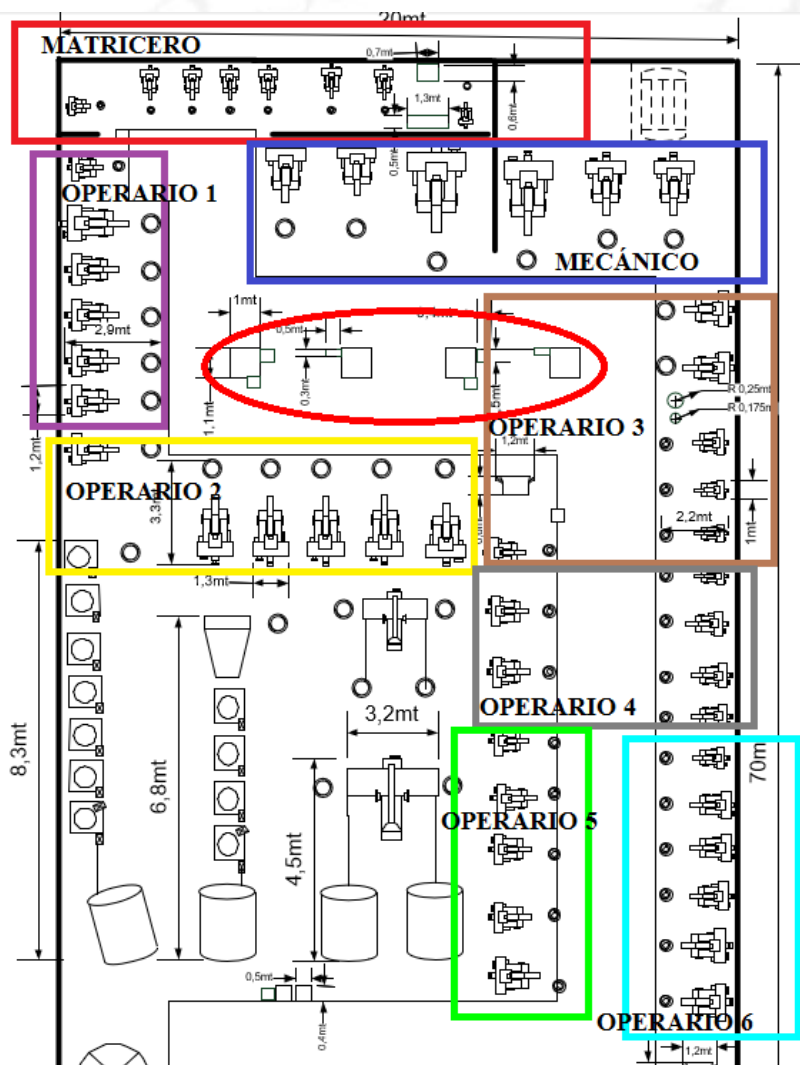
Vamos a diferenciar una limpieza menor de una limpieza mayor. La limpieza menor solo implica limpiar la base de la máquina del tipo de clavo producido, ya que se va a cambiar por otro clavo de distinta longitud, pero de mismo calibre, mientras que la limpieza mayor implica extraer la caja matriz

de la máquina clavera, limpiar la caja y realizar desajustes para cambiar la mordaza y volver a calibrar la máquina, como también limpiar la base y el interior de la máquina clavera para la producción del nuevo tipo de clavo.

Ahora analizaremos la toma de tiempos en los dos tipos de limpieza, pero antes en la figura 5.12 la distribución de los operarios de las máquinas claveras para poder apreciarlo mejor visualmente. Como también en la figura 5.13 y 5.14 la caja de mordazas antes y después de su limpieza.

Figura 5.12

Distribución de los operarios del área de fabricación de clavos



Como podemos observar en el caso del matricero si bien es cierto en comparación a los demás es responsable de 8 máquinas claveras. La cantidad de máquinas a disposición de cada maquinista depende de distintas variables

como la producción conjunta de sus máquinas, la procedencia de la máquina a su cargo debido a la dificultad mecánica que posee, la antigüedad y remuneración del operario. En su caso es responsable de máquinas cuya producción diaria varia entre 25 kg/jornada a 220 kg/jornada, con una carga de lote de 65kgs para la producción de clavos finos tiene para operar dos días sin problemas y tiene a su disposición máquinas claveras de procedencia japonesa e hindú, su mecánica es sencilla y el matricero solo requiere lubricar y calibrar las máquinas al inicio de su jornada para que estén operativas hasta el cierre de esta, muy a parte de cumplir con sus tareas de matricería en la máquina cepilladora y la mufla.

Para el mecánico, en su caso está a cargo de seis máquinas de procedencia checoslovaca que son maquinarias de alta producción, su mecánica es mucho más compleja, ya que posee una lubricación automatizada en el cigüeñal que alimentan las bocinas de bronce y una bomba mecánica que funciona con un tornillo sin fin conectado a uno de los ejes que transmite su energía el cigüeñal que lubrica el interior de la máquina. Esta en una jornada de manera teórica, puede producir en promedio 1.350 kg/jornada muy a parte de las tareas que realiza el mecánico reparando las averías de las distintas máquinas de la planta.

Los demás operarios si tienen a cargo seis máquinas claveras con asistencia del matricero y del mecánico y las mesas de trabajo a su disposición.

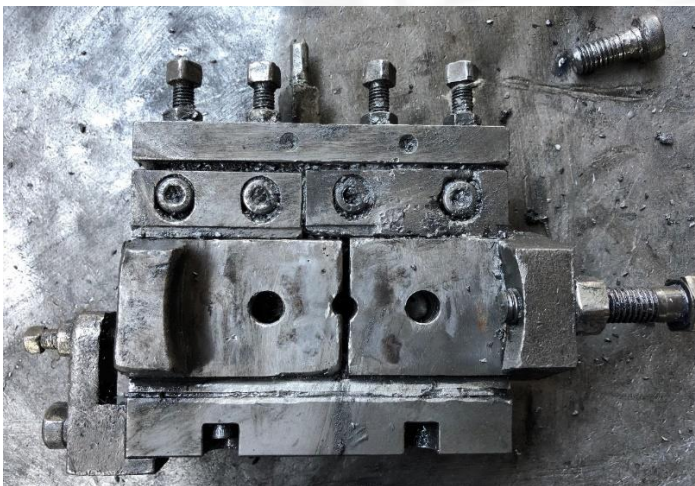
Tabla 5.11*Toma de tiempo en cambio de utillaje*

Actividades	Tiempo de cambio de utillaje (min.)	
	Limpieza Menor	Limpieza Mayor
1.- Apagar la máquina para limpiar restos de clavos para el cambio de medida y mover saldo de clavos para que el pulidor pase a recogerlo al siguiente proceso	5	5
2.- Extraer el perno que ancla la caja matriz a la máquina clavera	-	2
3.- Llevar caja de matriz hacia la mesa de trabajo	-	0,17
4.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras	8	8
5.- Limpiar mesa de trabajo	-	1,5
6.- Remover restos de merma (pepa) de los huecos de los pernos socket y caja	-	2
7.- Desajustar pernos de la mordaza con llave allen	-	2
8.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras	-	8
9.- Lavar caja y mordazas en tina de petróleo ubicado debajo de la mesa de trabajo	-	3
10.- Secar mordazas en bandeja de aserrín ubicado debajo de la mesa de trabajo	-	2
11.- Limpiar mesa de trabajo	-	1
12.- Verificar vida útil de la mordaza (que el relieve donde se aloja el alambre para formar la cabeza del clavo tenga buena profundidad)	1	1
13.- Alinear mordazas y probar manualmente (se ejerce presión entre las mordazas en un pedazo de alambre con la finalidad de verificar buen relieve en ellas)	-	3
14.- Ajustar pernos socket de mordazas con llave allen	-	2
15.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras	-	8
16.- Verificar conformidad de la caja de mordazas (pernos bien ajustados y resortes en su posición)	-	2
17.- Llevar caja de matriz a máquina clavera	-	0,17
18.- Anclar caja de matriz a máquina clavera con el ajuste del perno	-	2
19.- Calibrar manualmente para comenzar su producción, ajustar la presión que ejerce la mordaza al alambre en el perno regulador	3	3
20.- Regular la longitud del clavo en la máquina clavera	2	2
21.- Verificar vida útil de cuchillas (observar que al cortar el alambre no quede merma en el)	1	1
22.- Extraer cuchillas desajustando los pernos socket que anclan a estos a la máquina	2	2
23.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras	8	8
24.- Llevar cuchillas a máquina afiladora	0,17	0,17
25.- Afilas cuchillas	5	5
26.- Llevar cuchillas a máquina clavera	0,17	0,17
27.- Anclar cuchillas a la máquina clavera con el ajuste de los pernos socket	2	2
28.- Calibrar las cuchillas de corte para su producción (centrar el corte del alambre)	2	2
	39,34	78,18

Para el desarrollo del presente estudio contamos con el apoyo del Sr. Antay y el Sr. Tello que bajo su consentimiento pudimos observar, realizar tomas de tiempo y tomar algunas fotografías de apoyo y pudimos concluir lo siguiente: En promedio el cambio de utillaje en limpieza menor es de 36,34 minutos y el cambio de utillaje en limpieza mayor puede tardar hasta 73,68 minutos tomando nota de cada tarea realizada que es necesario para la continuidad de la producción.

Figura 5.13

Caja de mordaza en proceso de limpieza



Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2019.

Figura 5.14

Caja de mordaza lista para anclar a la máquina



Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2019.

Figura 5.15

DAP del operario en cambio de utillaje para la producción de clavos

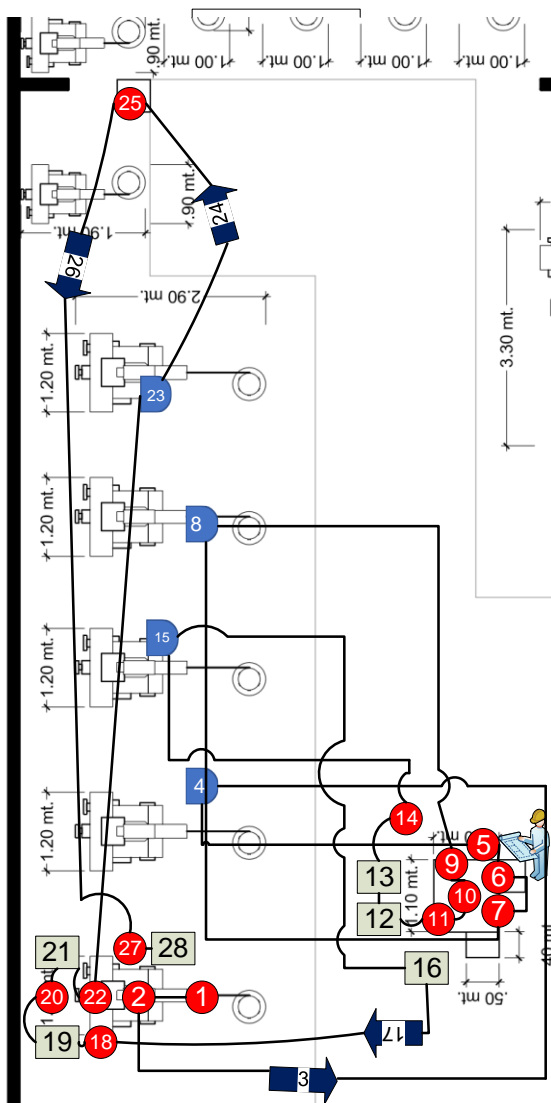
CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO							
DIAGRAMA num: 1 HOJA num: 1		RESUMEN							
OBJETO: Operario		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA			ECONOMÍA		
ACTIVIDAD: Cambio de utillaje para fabricación de clavos		Operación							
METODO: Actual		Transporte							
		Espera							
LUGAR: Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC		Inspección							
		Almacenam							
Operario(s): 2 Ficha num:		Distancia							
		Tiempo							
Compuesto por: Fecha:		Costo							
Aprobado por: Fecha:		Mano de Obra							
		Material							
DESCRIPCIÓN	C	D(m)	T(min)	SIMBOLO					Observaciones
				○	⇌	D	□	▽	
1.- Apagar la máquina para limpiar restos de clavos para el cambio de medida y mover saldo de clavos para que el pulidor pase a recogerlo al siguiente proceso			2	x					
2.- Extraer el perno que ancla la caja matriz a la máquina clavera			2	x					
3.- Llevar caja de matriz hacia la mesa de trabajo		3	0,17		x				
4.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras			8			x			
5.- Limpiar mesa de trabajo			1	x					
6.- Remover restos de merma (pepa) de los huecos de los pernos socket y caja			2	x					
7.- Desajustar pernos de la mordaza con llave allen			2	x					
8.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras			8			x			
9.- Lavar caja y mordazas en tina de petróleo ubicado debajo de la mesa de trabajo			3	x					
10.- Secar mordazas en bandeja de aserrín ubicado debajo de la mesa de trabajo			1	x					
11.- Limpiar mesa de trabajo			1	x					
12.- Verificar vida útil de la mordaza (que el relieve donde se aloja el alambre para formar la cabeza del clavo tenga buena profundidad)			1				x		
13.- Alinear mordazas y probar manualmente (se ejerce presión entre las mordazas en un pedazo de alambre con la finalidad de verificar buen relieve en ellas)			3				x		
14.- Ajustar pernos socket de mordazas con llave allen			2	x					
15.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras			8			x			
16.- Verificar conformidad de la caja de mordazas (pernos bien ajustados y resortes en su posición)			2				x		
17.- Llevar caja de matriz a máquina clavera		3	0,17		x				
18.- Anclar caja de matriz a máquina clavera con el ajuste del perno			2	x					
19.- Calibrar manualmente para comenzar su producción, ajustar la presión que ejerce la mordaza al alambre en el perno regulador			3				x		
20.- Regular la longitud del clavo en la máquina clavera			2	x					
21.- Verificar vida útil de cuchillas (observar que al cortar el alambre no quede merma en el)			1				x		
22.- Extraer cuchillas desajustando los pernos socket que anclan a estos a la máquina			2	x					
23.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras			8			x			
24.- Llevar cuchillas a máquina afiladora		5,3	0,17		x				
25.- Afilar cuchillas			5	x					
26.- Llevar cuchillas a máquina clavera		5,3	0,17		x				
Anclar cuchillas a la máquina clavera con el ajuste de los pernos socket			2	x					
28.- Calibrar las cuchillas de corte para su producción (centrar el corte del alambre)			2				x		

Analizando el DAP vemos que el operario verifica su producción de clavos en promedio 36 minutos para la limpieza mayor. Esto es debido a que el operario al estar a cargo de un grupo de máquinas tiene que verificar la conformidad del correcto funcionamiento de cada una de estas, para así evitar productos defectuosos y rupturas de piezas por calibraciones ineficientes, tan simples como ajustes de pernos en los utillajes.

El tiempo analizado es en promedio, puede tardar más tiempo, como también puede tardar menos tiempo dependiendo del problema que se le presente, que pueden ser: Falta de ajuste en las cuchillas para que corte de manera uniforme el alambre, centrar bien la punta del clavo o darle más presión a la mordaza para que el clavo tenga una mejor cabeza. Puede tardar más tiempo al promedio en caso se presenten problemas mayores como la ruptura de alguna bocina de bronce de la máquina, ruptura de algún perno o desgaste de una bocina de acero que si bien es cierto es trabajo del mecánico de planta, pero el operario colabora desarmando la máquina para acortar el tiempo de reparación por parte del operario con la finalidad de no sobre cargar su trabajo.

Figura 5.16

Diagrama de recorrido para el cambio de utillaje en la fabricación de clavos



Tomamos de ejemplo al operario 2 y apreciamos el recorrido que el operario realiza en su zona de trabajo, teniendo en base el layout propuesto anteriormente, las distancias se acortan por lo que se le facilita para este caso el cambio de utillaje de la máquina clavera.

- Primera etapa: Separación de las actividades externas e internas.

En esta etapa separaremos las actividades externas, que son las actividades que se realizan con la máquina en funcionamiento, de las internas, que son las actividades que el operario realiza con la máquina detenida. A

continuación, en la tabla 5.11 observaremos la clasificación de las actividades.

Tabla 5.12

Actividades externas e internas del cambio de utillaje en la máquina clavera

Actividades	Tiempo de cambio de utillaje (min.)		Actividad	
	Limpieza Menor	Limpieza Mayor	Externa	Interna
1.- Apagar la máquina para limpiar restos de clavos para el cambio de medida y mover saldo de clavos para que el pulidor pase a recogerlo al siguiente proceso	2	2		X
2.- Extraer el perno que ancla la caja matriz a la máquina clavera	-	2		X
3.- Llevar caja de matriz hacia la mesa de trabajo	-	0,17		X
4.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras	8	8		X
5.- Limpiar mesa de trabajo	-	1		X
6.- Remover restos de merma (pepa) de los huecos de los pernos socket y caja	-	2		X
7.- Desajustar pernos de la mordaza con llave allen	-	2		X
8.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras	-	8		X
9.- Lavar caja y mordazas en tina de petróleo ubicado debajo de la mesa de trabajo	-	3		X
10.- Secar mordazas en bandeja de aserrín ubicado debajo de la mesa de trabajo	-	1		X
11.- Limpiar mesa de trabajo	-	1		X
12.- Verificar vida útil de la mordaza (que el relieve donde se aloja el alambre para formar la cabeza del clavo tenga buena profundidad)	1	1		X
13.- Alinear mordazas y probar manualmente (se ejerce presión entre las mordazas en un pedazo de alambre con la finalidad de verificar buen relieve en ellas)	-	3		X
14.- Ajustar pernos socket de mordazas con llave allen	-	2		X
15.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras	-	8		X
16.- Verificar conformidad de la caja de mordazas (pernos bien ajustados y resortes en su posición)	-	2		X
17.- Llevar caja de matriz a máquina clavera	-	0,17		X
18.- Anclar caja de matriz a máquina clavera con el ajuste del perno	-	2		X
19.- Calibrar manualmente para comenzar su producción, ajustar la presión que ejerce la mordaza al alambre en el perno regulador	3	3		X
20.- Regular la longitud del clavo en la máquina clavera	2	2		X
21.- Verificar vida útil de cuchillas (observar que al cortar el alambre no quede merma en el)	1	1		X
22.- Extraer cuchillas desajustando los pernos socket que anclan a estos a la máquina	2	2		X
23.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras	8	8		X
24.- Llevar cuchillas a máquina afiladora	0,17	0,17		X
25.- Afilador cuchillas	5	5		X
26.- Llevar cuchillas a máquina clavera	0,17	0,17		X
27.- Anclar cuchillas a la máquina clavera con el ajuste de los pernos socket	2	2		X
28.- Calibrar las cuchillas de corte para su producción (centrar el corte del alambre)	2	2	X	
	36,34	73,68	1	27

Después de realizar la clasificación de actividades, podemos concluir, en base al desarrollo de nuestra propuesta SMED, que notablemente hay muchos puntos de mejora, ya que el objetivo del SMED es convertir las actividades internas a externas y desde el punto de vista de la cultura del lean manufacturing el procedimiento del cambio de utillaje es totalmente ineficiente por lo que el desarrollo de nuestra propuesta de solución beneficiará notablemente la productividad.

Para el desarrollo de la segunda etapa cambiaremos las actividades de cambio de utillaje y se estandarizarán, lo que en el futuro de la implementación se requerirá capacitar al personal sobre la cultura lean manufacturing, explicándoles: ¿Qué es el SMED?, ¿Qué beneficios trae el aplicar el SMED?, ¿Qué es un cambio de herramientas?, las etapas del SMED y las metas del proyecto SMED en la planta con el objetivo de informarles que necesitan disminuir los tiempos de cambio tanto en la limpieza menor, como mayor para aumentar la productividad.

➤ Segunda etapa: Convertir las actividades internas a externas.

En esta etapa si se pueden hacer críticas constructivas así que previamente al desarrollo de esta etapa se conversó con el Sr. Antay y el Sr. Tello, operarios que están apoyando al desarrollo de la propuesta, sobre la problemática existente en el procedimiento del cambio de utillaje y los reajustes que se deberían de aplicar en base a la cultura lean manufacturing para poder tener un incremento en la productividad y los beneficios que traen consigo. En la tabla 5.13 observaremos la nueva secuencia del procedimiento y la nueva toma de tiempos que realizamos, como también el cambio de actividades internas a externas, que es el objetivo de esta etapa.

Tabla 5.13

Segunda etapa de la propuesta de implementación SMED

Actividades	Tiempo de cambio de utillaje (min.)		Actividad Etapa 1		Actividad Etapa 2	
	Limpieza Menor	Limpieza Mayor	Externa	Interna	Externa	Interna
1.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras	17	33		X	X	
2.- Verificar vida útil de cuchillas (observar que al cortar el alambre no quede merma en el)	1	1		X	X	
3.- Limpiar mesa de trabajo	-	1		X	X	
4.- Apagar la máquina para extraer cuchillas desajustando los pernos socket que anclan a estos a la máquina	2	2		X		X
5.- Llevar cuchillas a máquina afiladora	0,17	0,17		X		X
6.- Afilar cuchillas	5	5		X		X
7.- Llevar cuchillas a máquina clavera	0,17	0,17		X		X
8.- Anclar cuchillas a la máquina clavera con el ajuste de los pernos socket	2	2		X		X
9.- Calibrar manualmente para comenzar su producción, ajustar la presión que ejerce la mordaza al alambre en el perno regulador	3	-		X		X
10.- Regular la longitud del clavo en la máquina clavera	2	2		X		X
11.- Limpiar restos de clavos para el cambio de medida y mover saldo de clavos para que el pulidor pase a recogerlo al siguiente proceso	2	2		X		X
12.- Encender la máquina para calibrar las cuchillas de corte para su producción (centrar el corte del alambre)	2	2	X		X	
13.- Apagar la máquina para extraer el perno que ancla la caja matriz a la máquina clavera	-	2		X		X
14.- Llevar caja de matriz hacia la mesa de trabajo	-	0,17		X		X
15.- Remover restos de merma (pepa) de los huecos de los pernos socket y caja	-	2		X		X
16.- Desajustar pernos de la mordaza con llave allen	-	2		X		X
17.- Lavar caja y mordazas en tina de petróleo ubicado debajo de la mesa de trabajo	-	3		X		X
18.- Secar mordazas en bandeja de aserrín ubicado debajo de la mesa de trabajo	-	1		X		X
19.- Verificar vida útil de la mordaza (que el relieve donde se aloja el alambre para formar la cabeza del clavo tenga buena profundidad)	-	1		X		X
20.- Alinear mordazas y probar manualmente (se ejerce presión entre las mordazas en un pedazo de alambre con la finalidad de verificar buen relieve en ellas)	-	3		X		X
21.- Ajustar pernos socket de mordazas con llave allen	-	2		X		X
22.- Verificar conformidad de la caja de mordazas (pernos bien ajustados y resortes en su posición)	-	2		X		X
23.- Llevar caja de matriz a máquina clavera	-	0,17		X		X
24.- Anclar caja de matriz a máquina clavera con el ajuste del perno	-	2		X		X
25.- Calibrar manualmente para comenzar su producción, ajustar la presión que ejerce la mordaza al alambre en el perno regulador	-	3		X		X
	36,34	73,68	1	24	4	21

En esta etapa la actividad “verificar producción del conjunto de máquinas claveras” se realizará por única vez al inicio de una limpieza menor o mayor. Esta etapa implica tomarse en promedio de entre 3 a 5 minutos por máquina con la finalidad de asegurar el continuo funcionamiento de esta. Por ejemplo, se verificará que los pernos estén ajustados correctamente, ya que la máquina al estar en funcionamiento emite vibraciones que en algunos casos puede desajustar pernos de manera mínima, pero que pueden afectar a la calidad del producto (punta no centrada, clavo torcido, cabeza no centrada). También se verificará la buena lubricación de la maquinaria, que en algunos casos se realiza de forma manual con un aceitero, esos ajustes se realizan con la máquina en funcionamiento.

Una vez que se verifica la producción de clavos y las cuchillas (se observa el corte del clavo, si este no corta de manera correcta se procede a extraer las cuchillas) se limpia la mesa de trabajo para luego proceder a detener la máquina para realizar el cambio de utillaje para el tipo de clavo especificado.

Se logró pasar de 01 actividad externa en la etapa 1 a tener 04 actividades externas en la etapa 2. A continuación, en la tabla 5.14 veremos el resumen de los resultados de la etapa 2.

Tabla 5.14

Cuadro resumen de los resultados de la etapa 2

Etapa 1				Etapa 2			
Tiempo de cambio de utillaje (min.)				Tiempo de cambio de utillaje (min.)			
Limpieza Menor		Limpieza Mayor		Limpieza Menor		Limpieza Mayor	
Actividad Exterior	Actividad Interior	Actividad Exterior	Actividad Interior	Actividad Exterior	Actividad Interior	Actividad Exterior	Actividad Interior
2	34,34	2	71,68	20	16,34	37	36,68
36,34		73,68		36,34		73,68	

En la figura 5.17 y 5.18 se analizará el tiempo completo del cambio de utillaje para la limpieza menor, como para la limpieza mayor de manera independiente y podremos concluir que se cumplió con el objetivo del SMED

porque se redujo el tiempo de las actividades internas y se incrementó el tiempo en las actividades externas lo que significa que se incrementará la productividad de mano de obra y de materia prima que es lo que buscamos en esta propuesta de implementación.

Figura 5.17

Actividades externas e internas de la Limpieza Menor

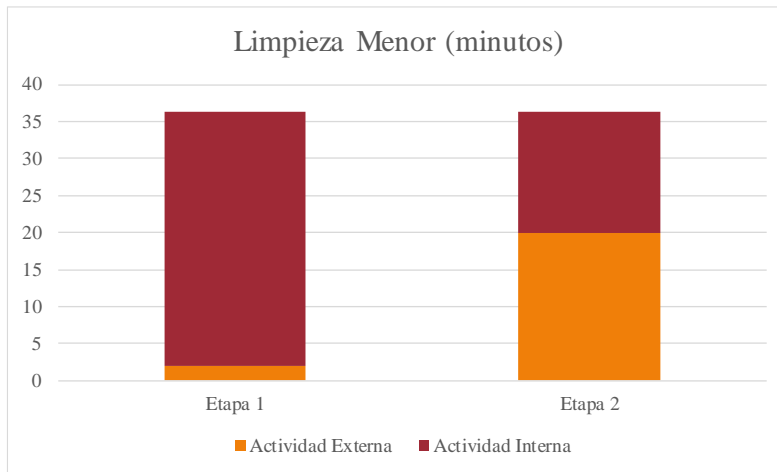
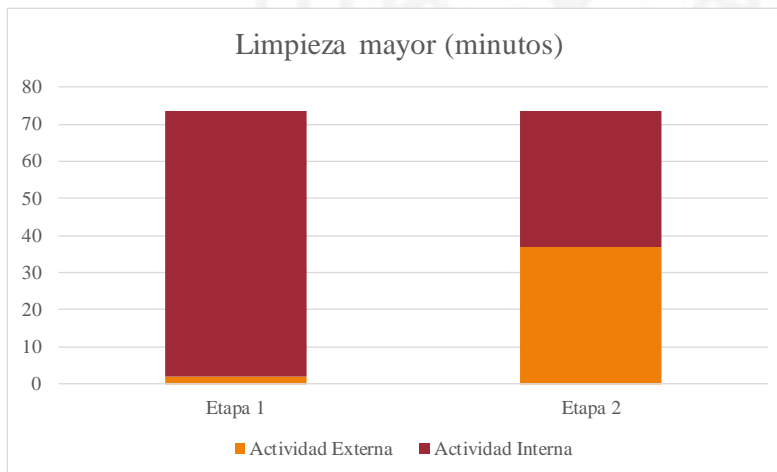


Figura 5.18

Actividades externas e internas de la Limpieza Mayor



➤ Tercera etapa: Perfeccionar las actividades internas y externas.

Tabla 5.15

Tercera etapa SMED

Actividades	Tiempo de cambio de utillaje (min.)		Etapa 3				Perfeccionar tiempo de actividades (min)	
	Limpieza Menor	Limpieza Mayor	Actividad Etapa 1		Actividad Etapa 2		Limpieza Menor	Limpieza Mayor
			Externa	Interna	Externa	Interna		
1.- Verificar producción del conjunto de máquinas claveras	17	33		X	X		9	15
2.- Verificar vida útil de cuchillas (observar que al cortar el alambre no quede merma en el)	1	1		X	X		0,25	0,25
3.- Limpiar mesa de trabajo	-	1		X	X		-	0,5
4.- Apagar la máquina para extraer cuchillas desajustando los pernos socket que anclan a estos a la máquina	2	2		X		X	1,5	1,5
5.- Llevar cuchillas a máquina afiladora	0,17	0,17		X		X	0,17	0,17
6.- Afilan cuchillas	5	5		X		X	4	4
7.- Llevar cuchillas a máquina clavera	0,17	0,17		X		X	0,17	0,17
8.- Anclar cuchillas a la máquina clavera con el ajuste de los pernos socket	2	2		X		X	1,5	1,5
9.- Calibrar manualmente para comenzar su producción, ajustar la presión que ejerce la mordaza al alambre en el perno regulador	3	-		X		X	3	-
10.- Regular la longitud del clavo en la máquina clavera	2	2		X		X	2	2
11.- Limpiar restos de clavos para el cambio de medida y mover saldo de clavos para que el pulidor pase a recogerlo al siguiente proceso	2	2		X		X	1	1
12.- Encender la máquina para calibrar las cuchillas de corte para su producción (centrar el corte del alambre)	2	2	X			X	2	2
13.- Apagar la máquina para extraer el perno que ancla la caja matriz a la máquina clavera	-	2		X		X	-	1,5
14.- Llevar caja de matriz hacia la mesa de trabajo	-	0,17		X		X	-	0,17
15.- Remover restos de merma (pepa) de los huecos de los pernos socket y caja	-	2		X		X	-	1
16.- Desajustar pernos de la mordaza con llave allen	-	2		X		X	-	1,5
17.- Lavar caja y mordazas en tina de petróleo ubicado debajo de la mesa de trabajo	-	3		X		X	-	2
18.- Secar mordazas en bandeja de aserrín ubicado debajo de la mesa de trabajo	-	1		X		X	-	1
19.- Verificar vida útil de la mordaza (que el relieve donde se aloja el alambre para formar la cabeza del clavo tenga buena profundidad)	-	1		X		X	-	1
20.- Alinear mordazas y probar manualmente (se ejerce presión entre las mordazas en un pedazo de alambre con la finalidad de verificar buen relieve en ellas)	-	3		X		X	-	2
21.- Ajustar pernos socket de mordazas con llave allen	-	2		X		X	-	1,5
22.- Verificar conformidad de la caja de mordazas (pernos bien ajustados y resortes en su posición)	-	2		X		X	-	1,5
23.- Llevar caja de matriz a máquina clavera	-	0,17		X		X	-	0,17
24.- Anclar caja de matriz a máquina clavera con el ajuste del perno	-	2		X		X	-	2
25.- Calibrar manualmente para comenzar su producción, ajustar la presión que ejerce la mordaza al alambre en el perno regulador	-	3		X		X	-	3
	36,34	73,68	1	24	4	21	24,59	46,43

En el caso de la limpieza menor se aplicará un tiempo de dos minutos para la primera actividad, ya que el cambio de utillaje en este caso es menor por lo que se verificará en cada máquina la calidad del clavo y se realizarán ajustes de manera breve antes de proceder al cambio de utillaje. Para el caso de la limpieza mayor será medio minuto más de dedicación. Cabe recalcar que para este punto el operario ya comprenderá y será consciente del objetivo del SMED y los beneficios que traen consigo por lo que se habrá optimizado el tiempo por cada actividad, se documentará y se estandarizará este proceso de cambio de utillaje en las máquinas claveras.

En la tabla 5.16 observaremos el tiempo ahorrado por cambio de utillaje para cada tipo de limpieza, lo que en promedio corresponde al 34,66 %. Lo que significa si teóricamente el conjunto de 49 máquinas claveras produce 1.890,00 kg/hr, pero con una productividad actual de 42.86%, es decir, 810,5 kg/hr de producción real, la mejora será del 9.70% para la PMO, considerando que en el diagrama de Pareto esta causa raíz representa el 28% de la baja productividad.

En la tabla 5.17 observaremos los resultados concluidos.

Tabla 5.16

Tiempo ahorrado en cambio de utillaje (%)

	Etapa 2 Tiempo de cambio de utillaje (min)	Etapa 3 Tiempo de cambio de utillaje (min)	Tiempo ahorrado en cambio de utillaje (%)
Limpieza Menor	36,34	24,59	32,334%
Limpieza Mayor	73,68	46,43	36,984%

Tabla 5.17

Incremento de PMO y PMP

Actual		Propuesta Layout		Propuesta SMED	
PMO (Kg/HH)	PMP (KgPT/KgMP)	PMO (Kg/HH)	PMP (KgPT/KgMP)	PMO (Kg/HH)	PMP (KgPT/KgMP)
840	0,48	888,76	0,49	974,97	-

Solución 3: Propuesta de implementación Poka – Yoke.

- **Iniciación del desarrollo de la propuesta**

A continuación, se detallarán los pasos necesarios para dar inicio al desarrollo de la propuesta de la herramienta del lean manufacturing Poka – Yoke.

- ✓ Compromiso con la gerencia: La gerencia siempre cumple el rol más importante, ya que ellos aprobarán esta propuesta de mejora y decidirán si a futuro ponen en marcha su implementación con la finalidad de incrementar su productividad y generar más rentabilidad en su negocio.
- ✓ Objetivo: Crear un área de trabajo libre de errores en la fabricación de clavos.

- **Planificación de la propuesta**

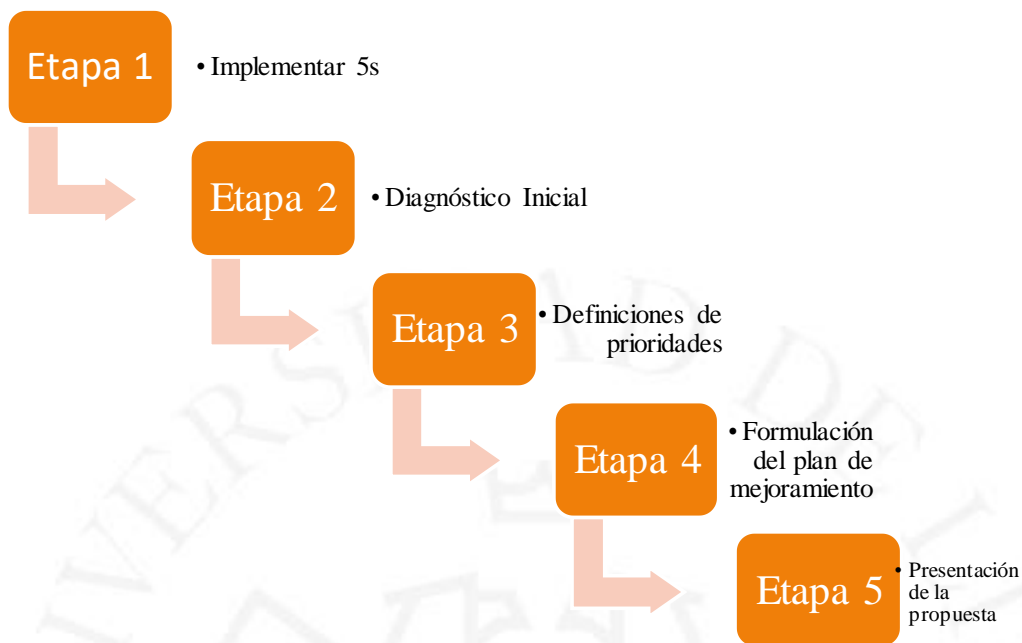
Detallaremos las políticas y procedimientos necesarios para el desarrollo de la propuesta Poka - Yoke.

- ✓ Definir y detallar las políticas, objetivo y alcance para el desarrollo de la propuesta.
 - Objetivo de las políticas:
 - El objetivo de definir las políticas es de aclarar el uso correcto de los recursos de la empresa y sustentar la importancia del Poka – Yoke del tipo de “De secuencia de desempeño”.
 - Alcance de las políticas: Las políticas a detallar son de uso y aplicación de las siguientes áreas:
 - Producción y Mantenimiento.
 - Políticas:
 - El desarrollo de la propuesta Poka – Yoke se desarrollará en base a la propuesta Layout.
 - El desarrollo de la propuesta Poka – Yoke será para el área de fabricación de clavos.
 - El Poka - Yoke a proponer será del tipo de secuencia de desempeño.
 - Se elaborarán y aplicarán encuestas y/o entrevistas a los maquinistas con la finalidad de obtener toda la información posible para el diagnóstico inicial.
- ✓ Procedimientos.

Se describirán las etapas para desarrollar la propuesta Poka - Yoke, en la figura 5.19.

Figura 5.19

Etapas de la propuesta Poka - Yoke



Nota. De Propuesta para la implementación de la herramienta Poka – Yoke en la elaboración de las fichas técnicas en el área de oficina técnica de la empresa C. I. DUGOTEX SA, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D. C.

➤ Etapa 1: Implementar 5s en el área de trabajo.

Previamente al desarrollo de la propuesta Poka – Yoke se implementará las 5s de Kaizen para gestionar de forma sistemática los materiales y elementos del área de trabajo de acuerdo a cinco fases preestablecidas:

- Separar innecesarios: En esta fase se preguntará a los operarios qué elementos no son necesarios en su área de trabajo.

Se realizó esta implementación de manera breve entre el grupo de operarios y se eliminaron los siguientes desperdicios de sus áreas de trabajo: Huaipé industrial sucio, pernos rotos, rodajes rotos, herramientas como llaves francesas o llaves allen inservibles, pedazos de cajas de cartón, pedazos de acero k – 100 obtenidas de mordazas o cuchillas rotas, pedazos de hierro, pequeños ejes con desperfectos. Una cantidad con un peso aproximado de 40 Kg en desperdicios.

- Situar necesarios: Se colocarán los elementos necesarios en las mesas de trabajo y en los compartimientos equipadas en las máquinas claveras.

Al eliminar los desperdicios el orden y la visibilidad en las áreas de trabajo fue notable y se ubicaron las llaves en su respectivo lugar. Debido a que solo son herramientas de trabajo implementar las 5s es fácil y rápido en este caso.

- Suprimir suciedad: Eliminar focos y fuentes de suciedad.

La empresa tiene como política hacer limpieza a las áreas de trabajo y a las maquinarias los días sábados, una hora antes de finalizar la jornada, pero en este caso los operarios estuvieron de acuerdo al mencionar que la fuente de suciedad es el área de pulido y encajado, debido a su ubicación actual donde las partículas de aserrín desprendidas de las máquinas pulidoras se adhieren a las mesas de trabajo o entran a las máquinas claveras ensuciando el aceite lubricante malogrando los filtros o ensuciando mucho el tanque de lubricación. Una solución inmediata es aislando el área de pulido y encajado con cortinas plásticas industriales y la solución más eficiente para mejorar el flujo de trabajo es el layout propuesto anteriormente.

- Señalizar anomalías: Poner elementos de control para detectar situaciones irregulares o anómalas.

Se utilizaron stickers para señalar situaciones irregulares en las áreas de trabajo, como, por ejemplo: Algunos operarios colgaban su refrigerio o bebidas cerca de las cajas eléctricas en vez de usar sus casilleros, se encontraron elementos que no participan en el proceso productivo y no se les da uso (una silla de madera, una caja con fajas industriales rotas, tazones)

- Seguir mejorando: Asegurar el mantenimiento y las mejoras de las 5s a lo largo del tiempo.

Una vez realizado los pasos anteriores al reunirse con los operarios se comparó la fase inicial y la fase final y se les preguntó ¿Cómo desean trabajar? Y se les explicó que las 5s de Kaizen no solo es aplicable en el trabajo, sino también en sus hogares y que esta cultura trae efectos positivos consigo. Se intercambiaron ideas y se planteó comenzar esta implementación en el área de fabricación de clavos y sirva como ejemplo para toda la planta, analizando y documentando las conclusiones de los pasos anteriores.

A continuación, algunas imágenes de la implementación 5s.

Figura 5.20

Estado inicial en la mesa de trabajo



Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2019.

Figura 5.21

Eliminación de elementos innecesarios



Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2019.

Figura 5.22

Acumulación de innecesario en anaqueles



Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2019.

Figura 5.23

Uso de cajas de acero inoxidable para elementos necesarios



Nota. De Fábrica de Alambres y Clavos Myl SAC, 2019.

➤ Etapa 2: Diagnóstico inicial.

En este estudio para la fabricación de clavos se observó un punto importante donde se posee tiempo muerto el cual probablemente el área de producción ha obviado o simplemente ya forma parte de la rutina, pero es un punto muy importante que se debe mejorar y es la deficiente toma de decisiones para encender el grupo de máquinas claveras al inicio de cada jornada y al iniciar después del refrigerio por parte de los operarios.

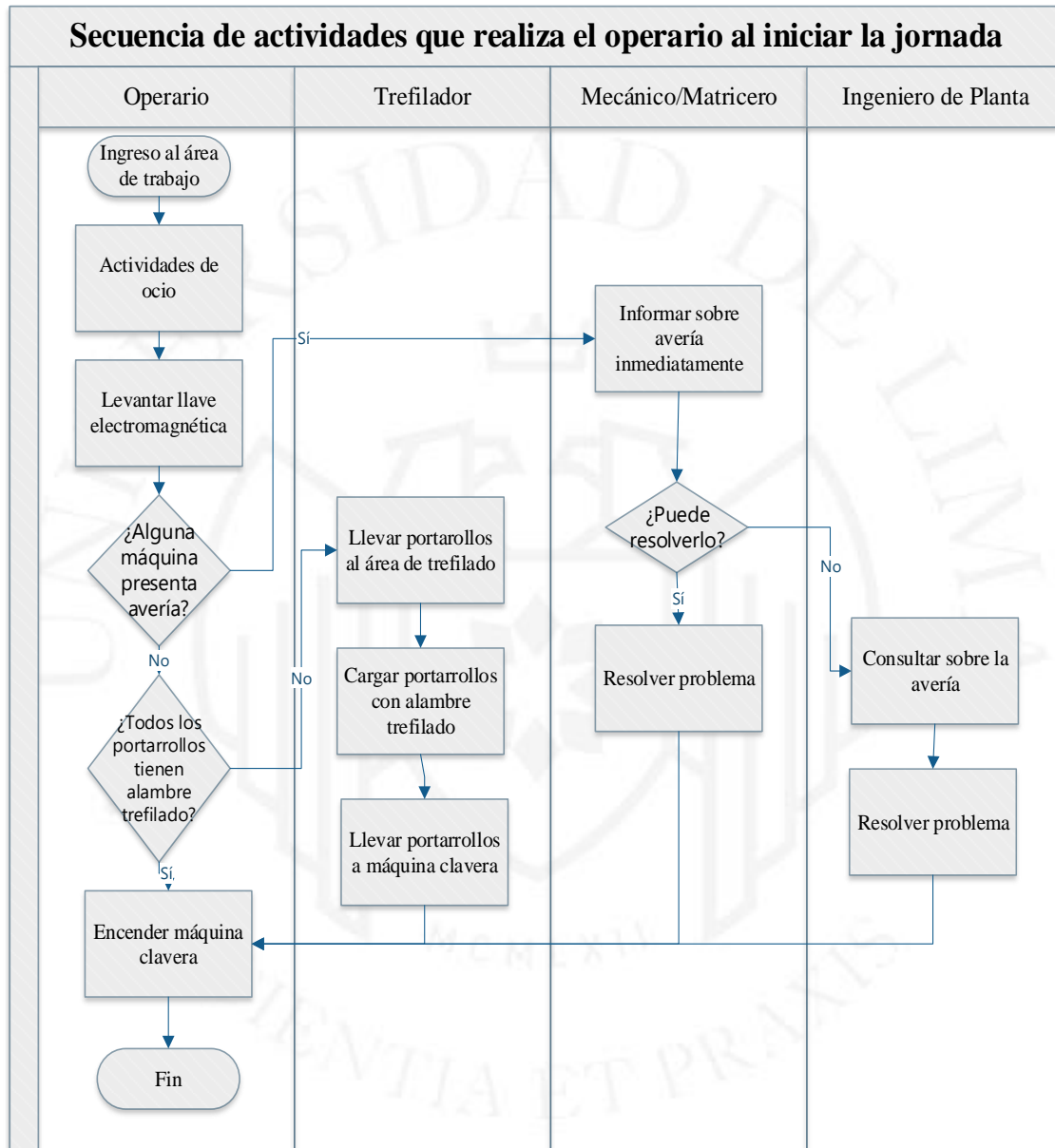
Se analizó esta situación y por lo menos los operarios en su mayoría demoran entre 18 a 25 minutos en encender por lo menos el 60% de su grupo de máquinas claveras. El porcentaje de utilización de máquinas claveras los primeros 10 minutos de cada jornada o al regresar del refrigerio es del 25%.

Esto se debe a que no existe un criterio o actividades en secuencia para encender el grupo de máquinas claveras, los operarios no tienen un proceso estandarizado por lo que optan a realizar cualquier tipo de actividades retrasando la producción inconscientemente. Como, por ejemplo: Esperar a que uno de sus compañeros empiece con el encendido de máquinas para que él también lo haga, limpiar sus EPP's, limpiar sus herramientas de trabajo, platicar con el compañero de trabajo, limpiar la superficie de su máquina, barrer su área de trabajo, si una máquina presenta una avería trata de solucionarlo dejando el otro grupo de máquinas apagadas o finalmente esperar la orden del ingeniero. En la figura 5.24 se realizó un flujograma con

las actividades que usualmente el operario realiza para encender su grupo de máquinas totalmente.

Figura 5.24

Flujograma de secuencia de actividades que realiza el operario al iniciar la jornada



Entonces, en esta etapa se recopiló información para el desarrollo de la propuesta Poka – Yoke donde se analizó el conjunto de actividades que la mayoría de operarios realiza al iniciar la jornada y donde se identificó que el operario opta, en primer lugar, por tratar los problemas que más tiempo dediquen y las actividades de ocio que se deben eliminar totalmente.

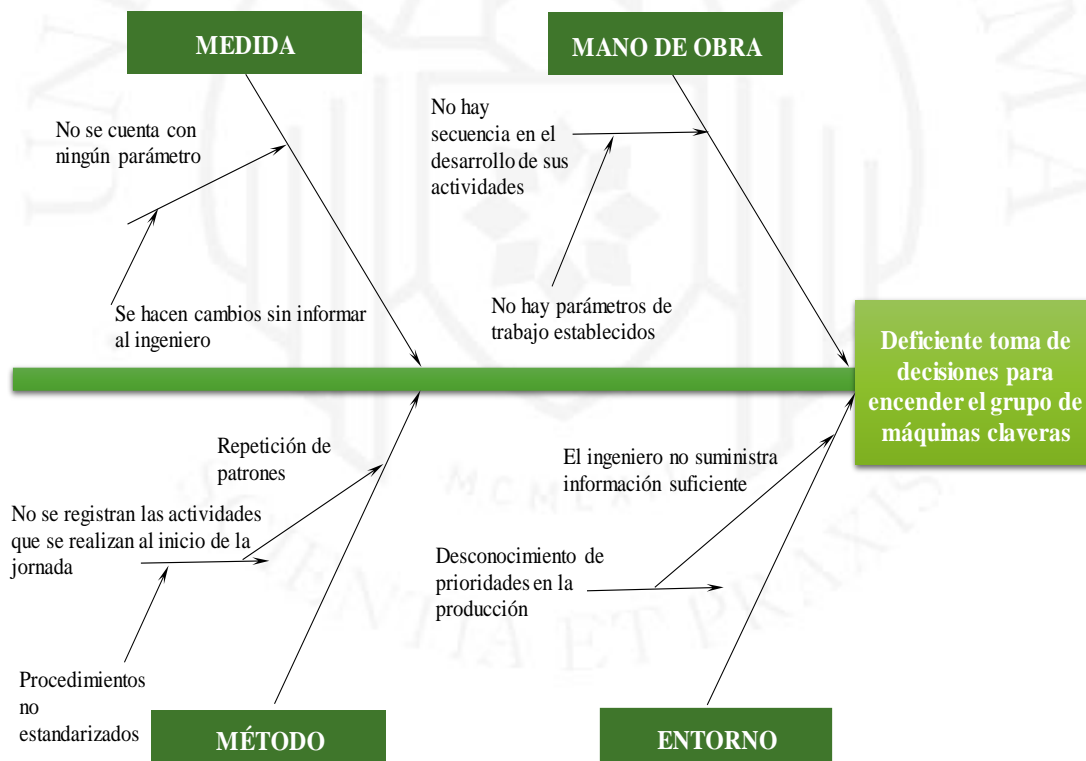
El objetivo de esta propuesta es prevenir esta deficiencia para incrementar la productividad, ya que cada minuto de producción es considerable debido a la cantidad de máquinas claveras y la disciplina que debe tener cada operario al realizar su trabajo.

➤ Etapa 3: Definiciones de prioridades.

En esta etapa utilizaremos la información obtenida en el diagnóstico inicial, por lo que recurriremos al uso de la herramienta del diagrama de Ishikawa para hallar las causas de la deficiente toma de decisiones para encender el grupo de máquina claveras, la cual, se complementará con el diagrama de Pareto definiendo la prioridad a tratar de cada una de ellas. En la siguiente figura 5.25 observaremos el diagrama de Ishikawa.

Figura 5.25

Diagrama de Ishikawa para la propuesta Poka – Yoke



Medida: Se hacen cambios sin informar al ingeniero.

Los operarios son los que toman la decisión sobre sus actividades cuando inicia la jornada de trabajo.

- Mano de Obra: No hay parámetro de trabajo establecidos.
No hay elementos o datos para evaluar el desempeño o productividad en la ejecución de las actividades de los operarios.
- Método: Procedimientos no estandarizados.
No hay documentos que expresen cómo es que deben realizar sus actividades los operarios o cómo tomar decisiones frente a distintas situaciones.
- Entorno: Desconocimiento de prioridades en la producción.
El operario está desinformado sobre las prioridades que la administración considera.

Luego de tener el Ishikawa, en base a las ponderaciones del libro “*Mejora continua de procesos*” de la Universidad de Lima, realizaremos nuestro diagrama de Pareto para determinar la causa raíz del problema y sustentar nuestra alternativa de solución.

Tabla 5.18

Criterios para dar puntaje a las causas del Ishikawa

Criterios	Peso	Escala	Impacto
Impacto en la satisfacción del cliente	20%	0	Nada
Impacto en los costos de la empresa	30%	10	Poco
Complejidad, puede ser resuelto por el equipo	15%	30	Regular
Alineamiento del problema con los objetivos y estrategias de la organización	35%	90	Mucho
	100%		

Tabla 5.19

Ranking de causas

Causas	Criterios a evaluar				PUNTAJE TOTAL
	Impacto en la satisfacción del cliente (20%)	Impacto en los costos de la empresa (30%)	Complejidad, puede ser resuelto por el equipo (15%)	Alineamiento del problema con los objetivos y estrategias de la organización (35%)	
C1: Se hacen cambios sin informar al ingeniero	10	30	90	10	28
C2: No hay parámetros de trabajo establecidos	10	90	90	10	46
C3: Procedimientos no estandarizados	90	90	90	90	90
C4: Desconocimiento de prioridades en la producción	10	30	90	10	28

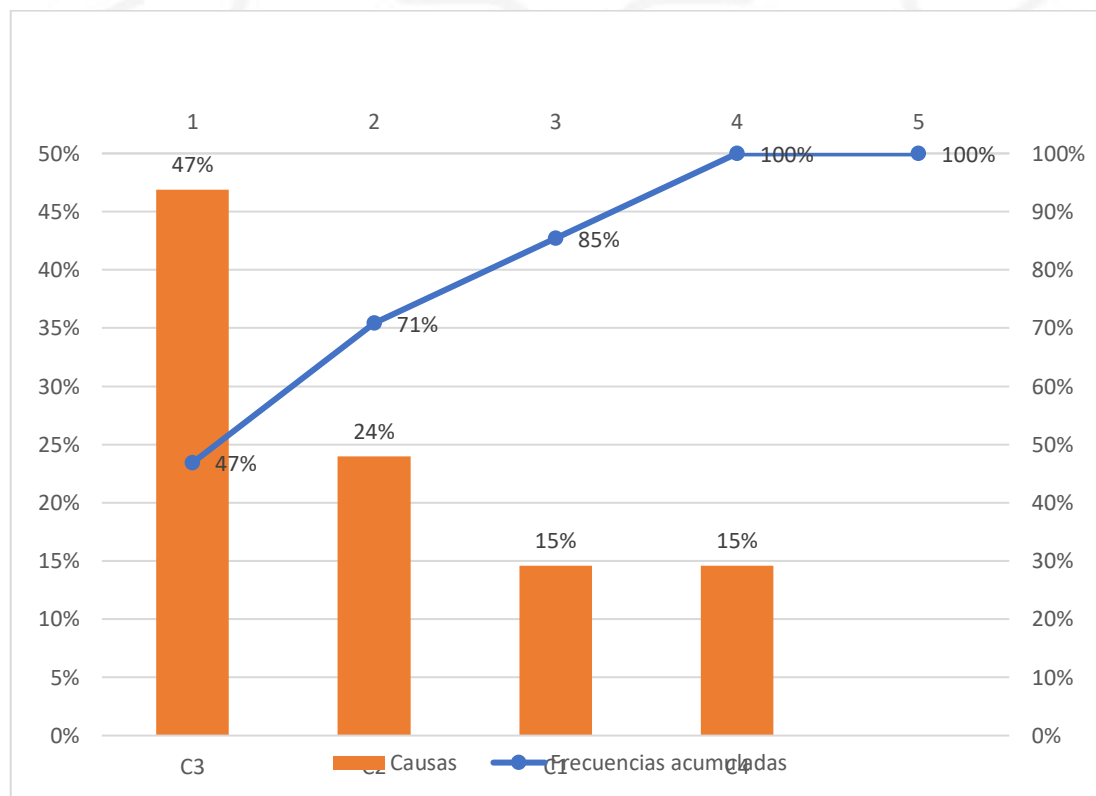
Tabla 5.20

Porcentaje acumulado de causas

CAUSAS	PUNTAJE TOTAL	PUNTAJE ACUMULADO	%	% Acumulado
C3	90	90	47%	47%
C2	46	136	24%	71%
C1	28	164	15%	85%
C4	28	192	15%	100%

Figura 5.26

Diagrama de Pareto para la propuesta Poka – Yoke



Concluimos que la causa 3 y la causa 2 representan el 71% del problema de la deficiente toma de decisiones para encender el grupo de máquinas claveras.

➤ Etapa 4: Formulación del plan de mejoramiento.

En esta etapa utilizaremos la causa 3 y la causa 2 como una sola con la finalidad de realizar una encuesta a consciencia a los operarios y en base a esos resultados en la siguiente etapa desarrollaremos una cartilla con un check list para que el operario en cada inicio de jornada y al regresar de refrigerio la complete y transcurridos los 10 minutos del inicio de cada jornada el ingeniero evalúe el desempeño de cada operario, la funcionabilidad de las máquinas y la productividad.

Figura 5.27


Encuesta de prioridad en el trabajo

ENCUESTA

Leer atentamente las indicaciones antes de comenzar:

A continuación, se describirán las actividades que usted realiza al iniciar su jornada laboral y calificará la prioridad de estas en escala del 1 al 10, siendo este último el menos prioritario, a consciencia y responsabilidad, teniendo como base el conocimiento previo de las charlas dictadas anteriormente sobre la cultura lean manufacturing.

- 1.- Consultar al compañero sobre una avería _____
- 2.- Levantar llave electromagnética _____
- 3.- Limpiar mesa de trabajo _____
- 4.- Solucionar avería en maquinaria _____
- 5.- Limpiar herramientas de trabajo _____
- 6.- Llevar portarrollo vacío al área de trefilado _____
- 7.- Limpiar EPP's _____
- 8.- Informar al mecánico sobre avería _____
- 9.- Encender máquina con alambre trefilado _____
- 10.- Limpiar máquina clavera _____

 Tómese su tiempo...

➤ Etapa 5: Presentación de la propuesta.

Con los resultados obtenidos en la etapa anterior y visibles en la figura 5.28 procederemos a realizar el check list que el operario deberá llenar de forma

obligatoria como parte de su labor y su desempeño será evaluado por el ingeniero de planta.

Figura 5.28

Resultados de la encuesta

Resultados obtenidos en la encuesta:

Lista de prioridades:

- 1.- Levantar llave electromagnética
- 2.- Encender máquina con alambre trefilado
- 3.- Llevar portarrollo vacío al área de trefilado
- 4.- Solucionar avería en maquinaria
- 5.- informar al mecánico sobre avería
- 6.- Consultar al compañero sobre una avería
- 7.- Limpiar máquina clavera
- 8.- Limpiar herramientas de trabajo
- 9.- Limpiar mesa de trabajo
- 10.- Limpiar EPP's

En la figura 5.29 observaremos el formato check list que el operario llenará y entregará al ingeniero durante los primeros 10 minutos de cada inicio de jornada, un proceso estandarizado.

Figura 5.29


Formato check list

Secuencia de Actividades en el encendido de máquinas claveras

Operario: _____

Cantidad de máquinas en su responsabilidad: _____

Actividad:	Cantidad de máquinas encendidas en dicha actividad
1.- Levantar llave electromagnética ()	_____
2.- Encender máquina con alambre trefilado ()	_____
3.- Llevar portarrollo vacío al área de trefilado ()	_____
4.- Solucionar avería en maquinaria ()	_____
5.- informar al mecánico sobre avería ()	_____
6.- Consultar al compañero sobre una avería ()	_____
7.- Limpiar máquina clavera ()	_____
8.- Limpiar herramientas de trabajo ()	_____
9.- Limpiar mesa de trabajo ()	_____
10.- Limpiar EPP's ()	_____

 Evaluación del Ingeniero:
Hora: _____

Desempeño: _____

Finalmente, en la figura 5.30 se mostrará un ejemplo de lo que fue la implementación del Poka – Yoke para la presentación de nuestra propuesta que incrementará el porcentaje de utilización de máquinas incrementando la productividad que es el objetivo de este trabajo de investigación.

Figura 5.30


Presentación de la propuesta Poka – Yoke

Secuencia de Actividades en el encendido de máquinas claveras

Operario: TAMANI

Cantidad de máquinas en su responsabilidad: 6

Actividad:		Cantidad de máquinas encendidas en dicha actividad
1.- Levantar llave electromagnética	(✓)	
2.- Encender máquina con alambre trefilado	(✓)	4
3.- Llevar portarrollo vacío al área de trefilado	(✓)	5
4.- Solucionar avería en maquinaria	(x)	
5.- informar al mecánico sobre avería	(✓)	6
6.- Consultar al compañero sobre una avería	(x)	
7.- Limpiar máquina clavera	(x)	
8.- Limpiar herramientas de trabajo	(✓)	
9.- Limpiar mesa de trabajo	(✓)	
10.- Limpiar EPP's	(✓)	



Evaluación del Ingeniero:
 Hora: 7:40 am
[Signature]

Desempeño:
100%

Con esta propuesta de implementación se incrementará el % de utilización de máquinas claveras en por lo menos 80%, un incremento del 55%, los primeros diez minutos en cada inicio de jornada. Es decir, 154 kg

de producción de clavos por cada 8 horas. A continuación, se presenta la tabla 5.21 con el aumento de PMO y PMP con las propuestas desarrolladas.

Tabla 5.21

Aumento de PMO y PMP de propuestas desarrolladas

Actual		Propuesta Layout		Propuesta SMED		Propuesta Poka - Yoke	
PMO (Kg/HH)	PMP (KgPT/KgMP)	PMO (Kg/HH)	PMP (KgPT/KgMP)	PMO (Kg/HH)	PMP (KgPT/KgMP)	PMO (Kg/HH)	PMP (KgPT/KgMP)
840	0,48	888,76	0,49	974,97	0,542	994,22	0,5527

5.2. Plan de implementación de la solución

5.2.1. Objetivos y metas

Con la implementación de las propuestas desarrolladas se incrementará la productividad logrando mayor producción para cubrir la demanda del mercado, con respecto a nuestro producto cajas de clavo a granel en presentación de 30 kgs.

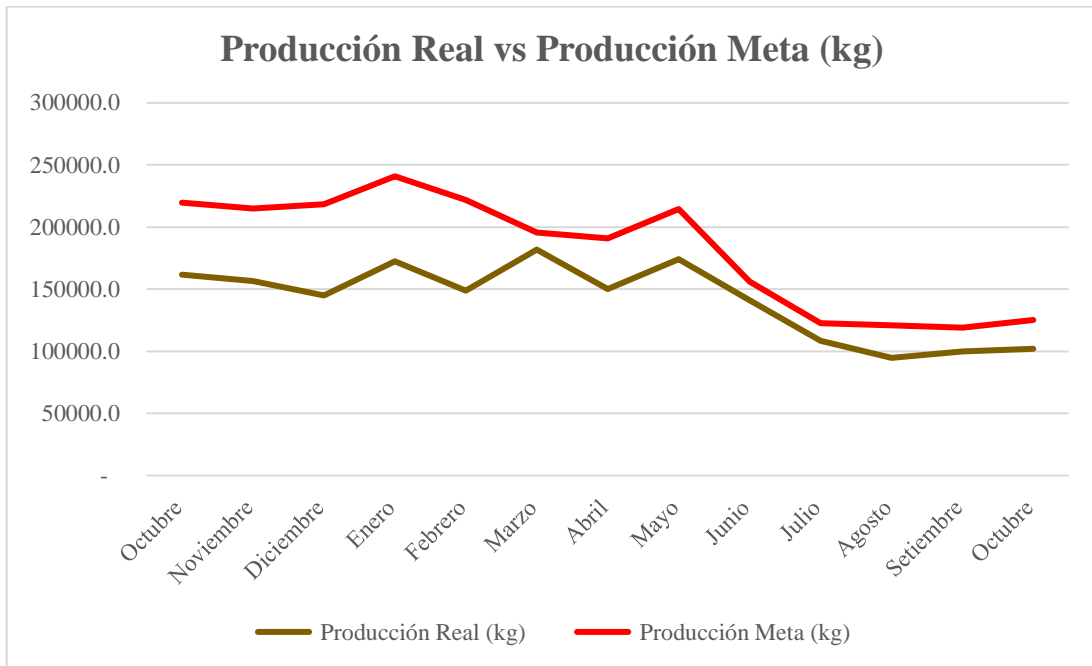
Compararemos un escenario actual en la figura 5.31 donde observaremos la producción real y la producción meta para cubrir la demanda y un escenario meta en la figura 5.32 que contará con la producción suficiente para cumplir con la demanda del mercado.

- Escenario actual

Actualmente la productividad en el área de fabricación de clavos es de 42,86%, lo cual provoca que Myl SAC no cumpla con la demanda del mercado.

Figura 5.31

Producción Real vs Producción Meta requerida para cubrir la demanda del período octubre 2018 – octubre 2019



- Escenario meta

Debido a que la PMO y PMP se ha incrementado en 18,36% y 15,15% correspondientemente con las propuestas desarrolladas, tendremos en la figura 5.32 el siguiente escenario teniendo en cuenta solo la jornada de 8 horas por día, 6 días a la semana para el año 2,020 en la producción de clavos, una producción mensual esperada de 190.890,24 kilos versus la proyección de ventas para ese año teniendo en cuenta un incremento del 6,62%, de los cuales el 47% son ventas de cajas de clavos, como observamos en la tabla 5.22.

Figura 5.32

Pronóstico de la producción esperada de clavos vs las ventas proyectadas para el año 2.020.

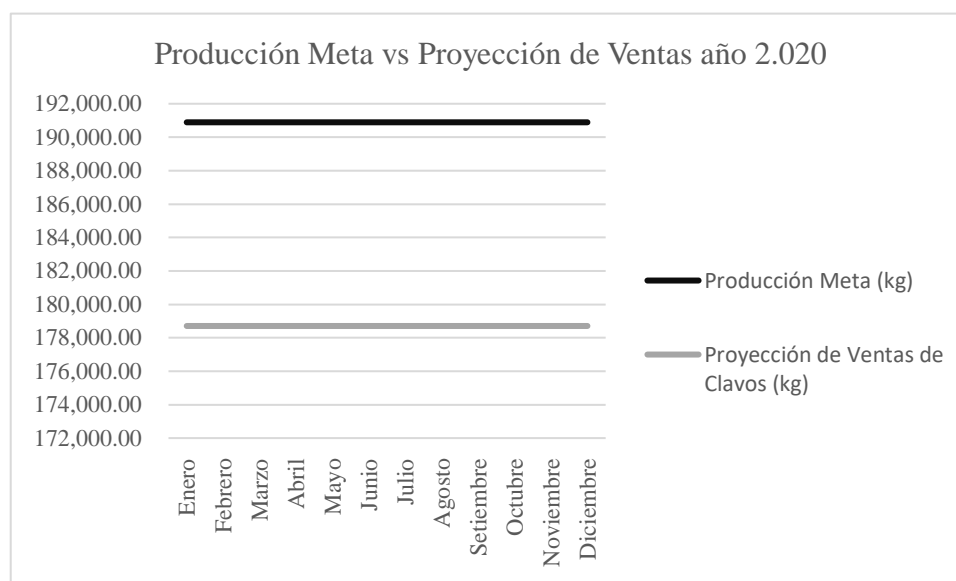


Tabla 5.22

Histórico de Ventas en kilos de cajas de clavos

Año	Ventas (kg)	Cajas de clavos Vendidas (Kg)	% Crecimiento
2015	3.748.531,36	1.761.809,74	
2016	3.825.032,00	1.797.765,04	2,041%
2017	4.014.111,00	1.886.632,17	4,943%
2018	4.279.632,00	2.011.427,04	6,615%

5.2.2. Elaboración del presupuesto general requerido para la implementación de la propuesta solución.

En la tabla 5.23 se detallará la inversión inicial que se requerirá por implementar las propuestas solución al bajo índice de productividad en la producción de clavos en donde se obtiene un total de S/. 437.920,00.

En la contratación e inducción de un Ingeniero Civil se incluye lo que es el estudio del suelo en lo cual se concluyó construir un suelo de resistencia de 235 kg/cm² de 20 centímetros de espesor con malla de 3/8” a un costo de 70 S/. / m². Con acabado de

concreto semipulido con máquina alisadora. Mientras que en las actividades del desmontaje y anclaje se utilizará la misma mano de obra de planta a un costo de 50 S/. / jornada. Finalmente, en el costo por pérdida de producción durante la implementación se tendrá en cuenta el menor valor posible programando previamente horas extras para “stockearse” de productos terminados.

Tabla 5.23

Presupuesto en soles de las soluciones propuestas

Actividad	Horas Totales	Costo por hora S/.	Días Totales	Costo por día S/.	Total S/.	
1.- Propuesta Layout						
1.1.- Capacitaciones al personal	3,00	100,00		S/.	300,00	
1.2.- Contratación e inducción de un Ingeniero Civil			3,00	1.000,00	S/.	3.000,00
1.3.- Desmontaje Área de Trefilado			3,00	500,00	S/.	1.500,00
1.4.- Desmontaje Área de Producción de Clavos			5,00	500,00	S/.	2.500,00
1.5.- Desmontaje Área de Pulido y encajado			1,00	100,00	S/.	100,00
1.6.- Traslado y montaje de maquinaria según plano			2,00	560,00	S/.	1.120,00
1.7.- Anclaje de maquinaria al suelo			3,00	1.000,00	S/.	3.000,00
1.8.- Uniformizar el terreno de planta			15,00		S/.	98.000,00
1.9.- Cableado e instalaciones eléctricas para 220v y 440v			5,00	8.500,00	S/.	42.500,00
1.10.- Pruebas eléctricas			1,00	500,00	S/.	500,00
1.11.- Costo por pérdida de producción durante implementación			30,00	9.500,00	S/.	285.000,00
2.- Propuesta SMED						
2.1.- Capacitaciones al personal	2,00	100,00			S/.	200,00
3.- Propuesta Poka - Yoke						
3.1.- Capacitaciones al personal	2,00	100,00			S/.	200,00
				S/.	437.920,00	

5.2.3. Actividades y cronograma de implementación de la propuesta solución

De la Tabla 5.24 concluimos que después de 9 semanas, la implementación de las propuestas de herramientas de lean manufacturing para la empresa Myl SAC estarán concluidas.

Tabla 5.24

Cronograma de implementación de las soluciones propuestas

Solución	Etapas de las propuestas de implementación	Tiempo (semanas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Propuesta Layout	Formular el problema	1	█								
	Analizar el problema	1	█								
	Buscar alternativas	1	█								
	Seleccionar solución	1		█							
	Especificar solución	1		█							
	Ciclo de diseño	1			█						
	Puesta en marcha	6				█	█	█	█	█	█
Propuesta SMED	Etapas preliminares: Actividades internas y externas no se distinguen	1			█						
	Primera etapa: Separación de actividades externas e internas	1			█						
	Segunda etapa: Convertir las actividades internas a externas	1				█					
	Tercera etapa: Perfeccionar las etapas internas y externas	1					█				
Propuesta Poka - Yoke	Etapas 1: Implementar 5s	1					█				
	Etapas 2: Diagnóstico Inicial	1					█				
	Etapas 3: Definiciones de prioridades	1						█			
	Etapas 4: Formulación del plan de mejoramiento	1							█		
	Etapas 5: Presentación de la propuesta	1								█	

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA Y BENEFICIOS ESPERADOS

6.1. Evaluación cualitativa de la solución propuesta

En este punto se evaluará si el proyecto es viable económicamente.

El ingreso por ventas se calculó en base al incremento de la productividad que la empresa obtendrá al implementar herramientas del lean manufacturing. Finalmente se utilizó un CAPM (tasa de rendimiento mínima requerida por los accionistas) de 12.72%, cuyo cálculo se aprecia en el Anexo 2. En la tabla 6.1 se muestra el flujo económico.

Tabla 6.1

Flujo económico de la solución

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión Inicial S/.	437.920,00												
(+) Ingreso por Ventas		104.265	104.265	104.265	104.265	104.265	104.265	104.265	104.265	104.265	104.265	104.265	104.265
(-) Sueldo Operario		21.850	21.850	21.850	21.850	21.850	21.850	21.850	21.850	21.850	21.850	21.850	21.850
(-) Mantenimiento preventivo		1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
Flujo Neto de Fondos Económicos	-437.920,00	80.615	80.615	80.615	80.615	80.615	80.615	80.615	80.615	80.615	80.615	80.615	80.615

Se obtiene un VAN mayor a cero y una TIR mayor al CAPM, por lo que el proyecto es económicamente viable.

Tabla 6.2

VAN y TIR del proyecto

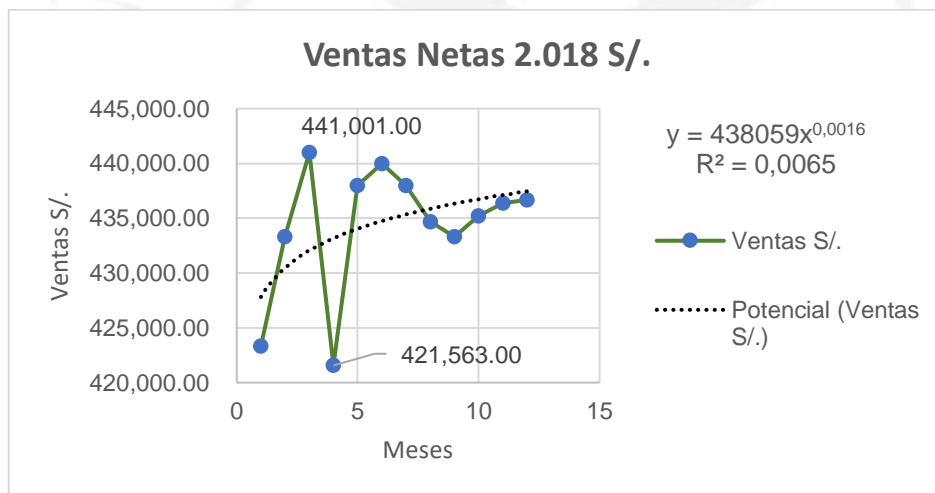
VAN	S/. 45.210,94
TIR	14,95%

6.2. Determinación de escenarios para la solución propuesta

El escenario que afectaría la solución es que no exista demanda en el mercado para la venta de cajas de clavos de 30 Kg, lo que provocaría no lograr un VAN y un TIR deseado. Se hará un análisis de sensibilidad que nos ayudará a determinar la probabilidad de tener un escenario optimista, como pesimista, así como el VAN y TIR para tales escenarios.

Figura 6.1

Ventas netas 2018 en S/.



Nota. De Fábrica de alambres y clavos Myl SAC

De los 12 meses observamos que cinco de ellos están sobre la línea de tendencia y siete por debajo, entonces la probabilidad de tener un escenario optimista y pesimista es 42% y 58% respectivamente.

Ahora se calculará el porcentaje de diferencia que existe entre el mes de mayor y menor venta vs la línea de regresión, con el fin de observar que tan bueno o malo sería cada escenario.

La tabla 6.3 nos muestra un escenario optimista en el cual se vendería 22% más y en uno pesimista se vendería 11% menos.

Tabla 6.3

Porcentaje de diferencia entre el escenario pesimista y optimista

Tipo de escenario	Probabilidad	% de diferencia
Optimista	42%	22%
Pesimista	58%	-11%

Como también el punto más alto y más bajo para cada escenario.

Tabla 6.4

Punto más alto y más bajo para los distintos escenarios

$y = 438059x0,0016$	
Tipo de escenario	Punto más alto y bajo
Optimista	441.001,00
Pesimista	421.563,00

Tabla 6.5*Flujo económico del escenario optimista*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión Inicial \$/.	437.920,00												
(+) Ingreso por Ventas		127.202,72	127.202,72	127.202,72	127.202,72	127.202,72	127.202,72	127.202,72	127.202,72	127.202,72	127.202,72	127.202,72	127.202,72
(-) Sueldo Operario		21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00
(-) Mantenimiento preventivo		1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00
Flujo Neto de Fondos Económicos	-437.920,00	103.552,72	103.552,72	103.552,72	103.552,72	103.552,72	103.552,72	103.552,72	103.552,72	103.552,72	103.552,72	103.552,72	103.552,72

Tabla 6.6*Flujo económico del escenario pesimista*

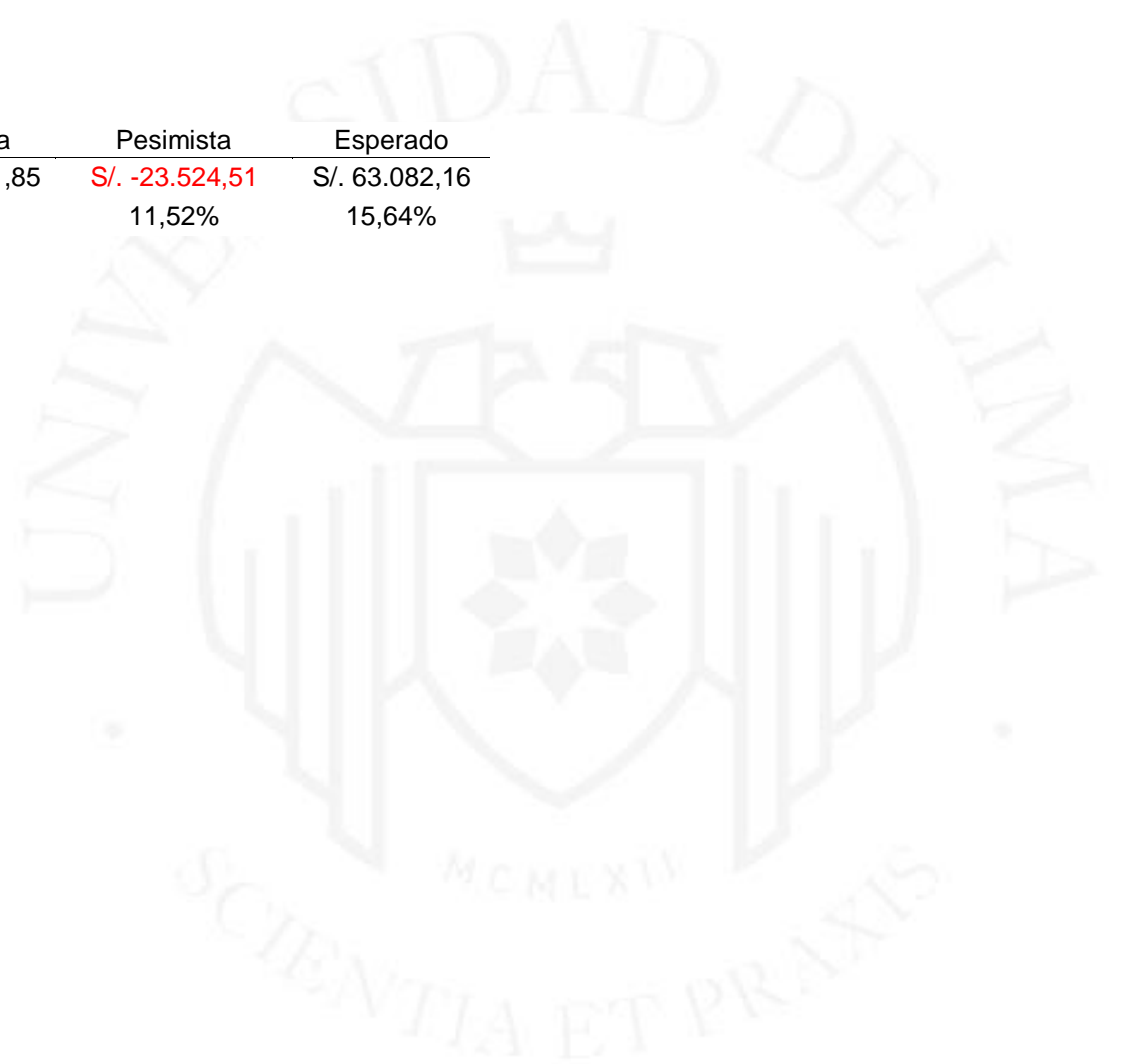
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión Inicial \$/.	437.920,00												
(+) Ingreso por Ventas		92.795,42	92.795,42	92.795,42	92.795,42	92.795,42	92.795,42	92.795,42	92.795,42	92.795,42	92.795,42	92.795,42	92.795,42
(-) Sueldo Operario		21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00	21.850,00
(-) Mantenimiento preventivo		1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00
Flujo Neto de Fondos Económicos	-437.920,00	69.145,42	69.145,42	69.145,42	69.145,42	69.145,42	69.145,42	69.145,42	69.145,42	69.145,42	69.145,42	69.145,42	69.145,42

Finalmente, el proyecto sigue siendo viable pues el VAN esperado es mayor a cero y la TIR esperada mayor al COK.

Tabla 6.7

VAN y TIR esperados

	Optimista	Pesimista	Esperado
VAN	S/. 182.681,85	S/. -23.524,51	S/. 63.082,16
TIR	21,32%	11,52%	15,64%



6.3. Análisis del impacto social y ambiental de la solución

Impacto Social: A continuación, calcularemos indicadores de interés social

Para el presente análisis se trabajará con el CPPC como podemos observar en la siguiente tabla 6.8.

Tabla 6.8

Cálculo del CPPC

Cuenta	Valor S/.	(1)	(2)	Ponderación (1)*(2)
		Costo (%)	Proporción	
Pasivo	2.678.163,00	11	67,91%	7,47
Patrimonio	1.265.662,00	12,72	32,09%	4,08
Total	3.943.825,00			11,55

- Valor agregado: Se obtiene un valor agregado de S/ 576.123,92 al haber sumado lo que se les pagará a los operarios en los próximos 12 meses (se calculó su VAN) y la inversión inicial requerida para implementar las herramientas del lean manufacturing.
- Intensidad de capital: Indica la relación de la inversión total versus el valor agregado del proyecto, nos permite medir cual es el grado de aporte del proyecto a través del nivel de inversión, para generar valor agregado sobre los insumos. Se concluye que se invierte 0.76 nuevos soles al generar 1 nuevo sol de valor agregado.

$$\text{Intensidad de capital} = \frac{\text{Inversión del proyecto}}{\text{Valor agregado}}$$

- Relación producto – capital: Mide la relación entre el valor agregado generado en el proyecto, versus el monto de la inversión total. Se concluye que se genera 1.299 soles de valor agregado al invertir un sol. El resultado positivo nos dice que se genera más de lo que se invierte.

$$\text{Producto - Capital} = \frac{\text{Valor agregado}}{\text{Inversión del proyecto}}$$

- Impacto ambiental: En la siguiente tabla 6.8 se muestran los posibles impactos ambientales que se podrían generar al implementar la solución propuesta, de donde no se observa ningún impacto crítico pues todos los niveles son medios o bajos.

Tabla 6.9

Impacto Ambiental

Procesos	Aspecto ambiental	Impacto Ambiental	Nivel de impacto
Implementación de propuesta Layout	Emisión de polvo a causa de reubicación de máquinas	Cambio climático	Bajo
	Mayor consumo de energía	Recurso propenso a agotarse	Bajo
	Mayor ruido generado	Afección al oído (sordera)	Bajo
Implementación Poka - Yoke	Eliminación de desperdicios	Acumulación de residuos metálicos	Medio

CONCLUSIONES

- Dentro del área de producción, gracias a la metodología de Análisis Factorial Klein se logró determinar que el proceso con mayores oportunidades de mejora es la de producción de clavos, donde con uso de herramientas del Lean Manufacturing se logró proponer y demostrar alternativas de solución para incrementar el índice de productividad.
- Se utilizó el diagrama de Ishikawa para identificar las causas que impiden obtener un índice de productividad óptimo en la producción de clavos. Gracias al uso del Diagrama de Pareto, se concluye que las principales causas raíz (que representan el 76% del problema) son la falta de técnicas para identificar errores durante el proceso de fabricación, el establecer criterios para eliminar tiempos muertos en los cambios y cargas de lotes e ineficiente distribución de planta.
- Se propusieron diversas alternativas de solución para las principales causas raíz y se optó por proponer la implementación de un nuevo Layout para la planta, SMED y Poka – Yoke con la finalidad de tener un flujo de trabajo donde el material y cantidad deseada estén en el momento adecuado e incrementar la productividad de mano de obra y materia prima evitando paradas prolongadas o malas decisiones por falta de procesos estandarizados. Como consecuencia de ello se contará con producto terminado disponible para cubrir la demanda proyectada y cumplir con la entrega de pedidos a tiempo.
- Implementar las propuestas del presente trabajo de investigación aplicado a la producción de clavos es económicamente viable, pues se obtiene un VAN positivo y un TIR mayor al CAPM, incluso para los escenarios que podrían afectar el resultado de la solución.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aprovechar el nuevo layout de planta para optimizar todos los procesos y actividades que la involucren:

Proceso de Trefilado: Se pueden implementar maquinarias que automaticen las trefiladoras, eliminando totalmente paradas por cargas o descargas de material, como también la implementación de un sistema de enfriamiento para las jaboneras y tambores con inyección de agua y aire para poder incrementar la velocidad de la trefiladora con el cambio de polea de los motores en cada módulo y alargar la vida útil del lubricante e hilera, como también la fabricación de nuevos portarrollos con capacidad mínima de 800 kgs para las máquinas claveras y transportadas con ayuda de un sistema de tecles. También implementar un control de producción a cada operario para gestionar e identificar puntos ineficientes o cuellos de botella en la producción.

Proceso de Pulido y Encajado: De la misma manera la adquisición de nuevas tecnologías como ciclones para cada pulidora que elimine totalmente el aserrín que queda dentro de ellas con la finalidad de descargar un clavo totalmente libre de impurezas, incrementando la calidad del producto terminado y eficacia del pesado y encajado. Realizar estudios para mejorar la ergonomía del operario y disminuir sus descansos por fatiga.

Se incrementará notablemente el índice de productividad y se logrará definitivamente incrementar el margen de ganancia de la empresa, con procesos estandarizados y controlados, reducción de personal, métodos de ingeniería que traerán beneficios a la empresa y justificará de mejor manera la inversión requerida.

- Generar compromiso por parte de la gerencia justificándoles la diferencia entre invertir vs gastar y los beneficios que traen a largo plazo, ya que son los que brindarán los recursos necesarios para cumplir con los objetivos planteados, así como el compromiso necesario por parte de los trabajadores que son los que desarrollaran las soluciones.

REFERENCIAS

- Ávila Villarroel, J. A. (1989). *Redisposición de planta de una fábrica de alambres, varillas y clavos*. Tesis (Br.) Universidad de Lima.
- Bautista López, P. R. (1985). *Estudio preliminar para la instalación de una fábrica de clavos*. Lima: Tesis (Br.) Universidad de Lima.
- Bernales Ibarra, J. M. (1982). *Proyecto de prefactibilidad para la implementación de una fábrica de clavos*. Lima: Tesis (Br.) Universidad de Lima.
- Brioso Morales, Y (2015). *Mejora en el proceso de producción de la empresa "Textil E.I.R.L"*. Lima: Tesis Universidad de Lima.
- Caldas Vilchez. (2002). *Mejora integral de una empresa de confecciones*. Lima: Tesis (Br.) Universidad de Lima.
- Elías Ruiz, M. E. (1987). *Estudio preliminar para la instalación de una fábrica de clavos*. Lima: Tesis (Br.) Universidad de Lima.
- Mondoñedo, F. (2017). *Investigación aplicada para la mejora de los proceso comercial y producción de la empresa CEMPLAST SAC*. Lima: Tesis (Br.) Universidad de Lima.
- Pallet Herrera, A. M. (2009). *Estudio para la mejora del productividad de una Planta de concentrado de cobre en la empresa Emproyec*. Lima: Tesis (Br.) Universidad de Lima.
- Pietrapiana Chiappe. (2007). *Mejora de la productividad en el sistema de producción en una empresa vinícola*. Lima: Tesis (Br.) Universidad de Lima.
- Salverredy Tello, L. E. (1989). *Estudio técnico económico de prefactibilidad para la instalación de una fábrica productora de alambres, clavos y varillas*. Lima: Tesis (Br.) Universidad de Lima.

Sibille Palacios, O. (1979). *Estudio preliminar para la implementación de una fábrica de clavos en la zona de Chanchamayo*. Lima: Tesis (Br.) Universidad de Lima.



BIBLIOGRAFÍA

Jiménez Toro, M. A. (2016). *Propuesta para la implementación de la herramienta Poka Yoke en la elaboración de las fichas técnicas en el área de oficina técnica de la empresa C. I. DUGOTEX SA*. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José De Caldas.

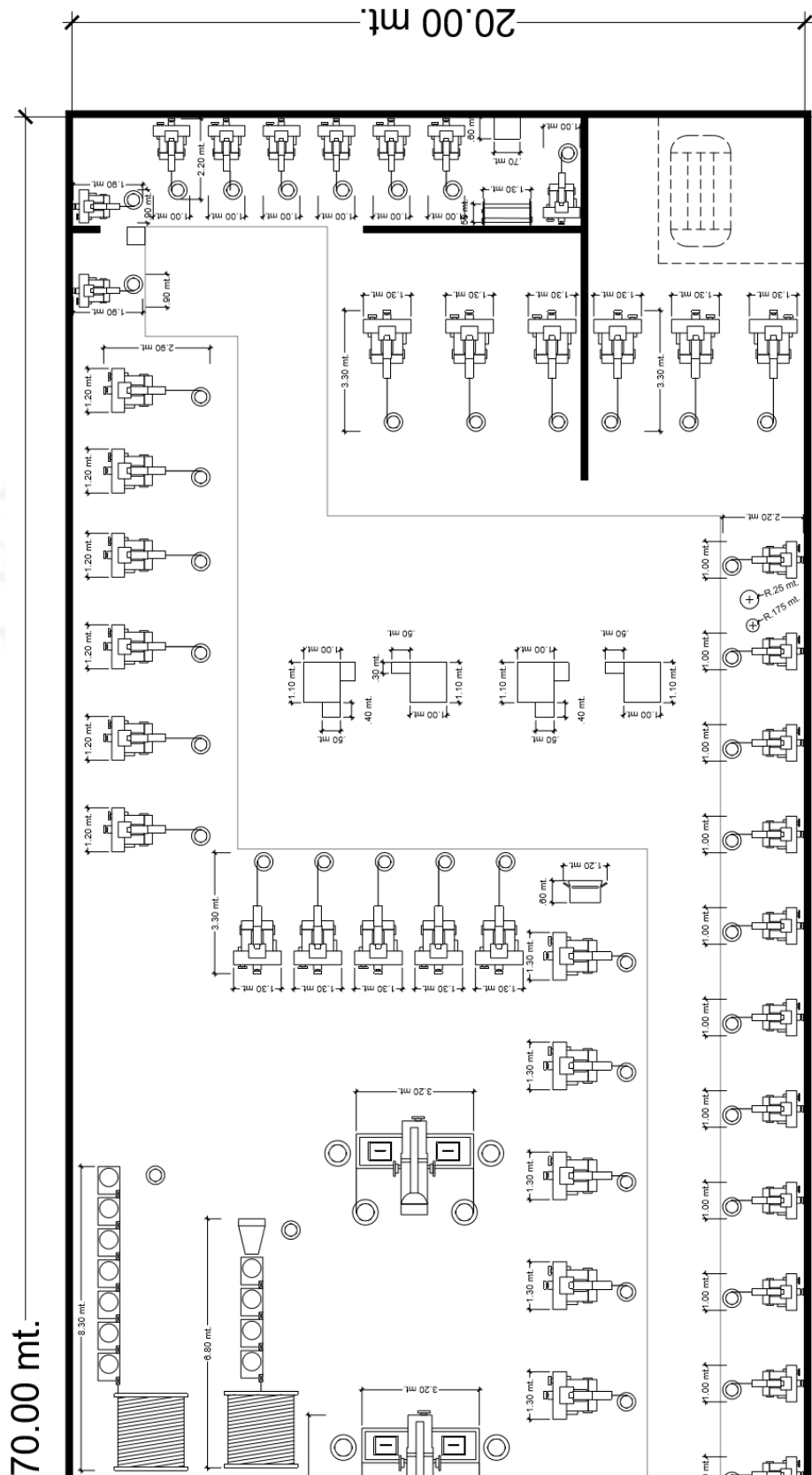
Mejora en la distribución en planta con técnicas “Lean Manufacturing”. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Oscar Jair, M. L. (2014). *Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos*. Ciudad Universitaria: Universidad Nacional Autónoma de México.



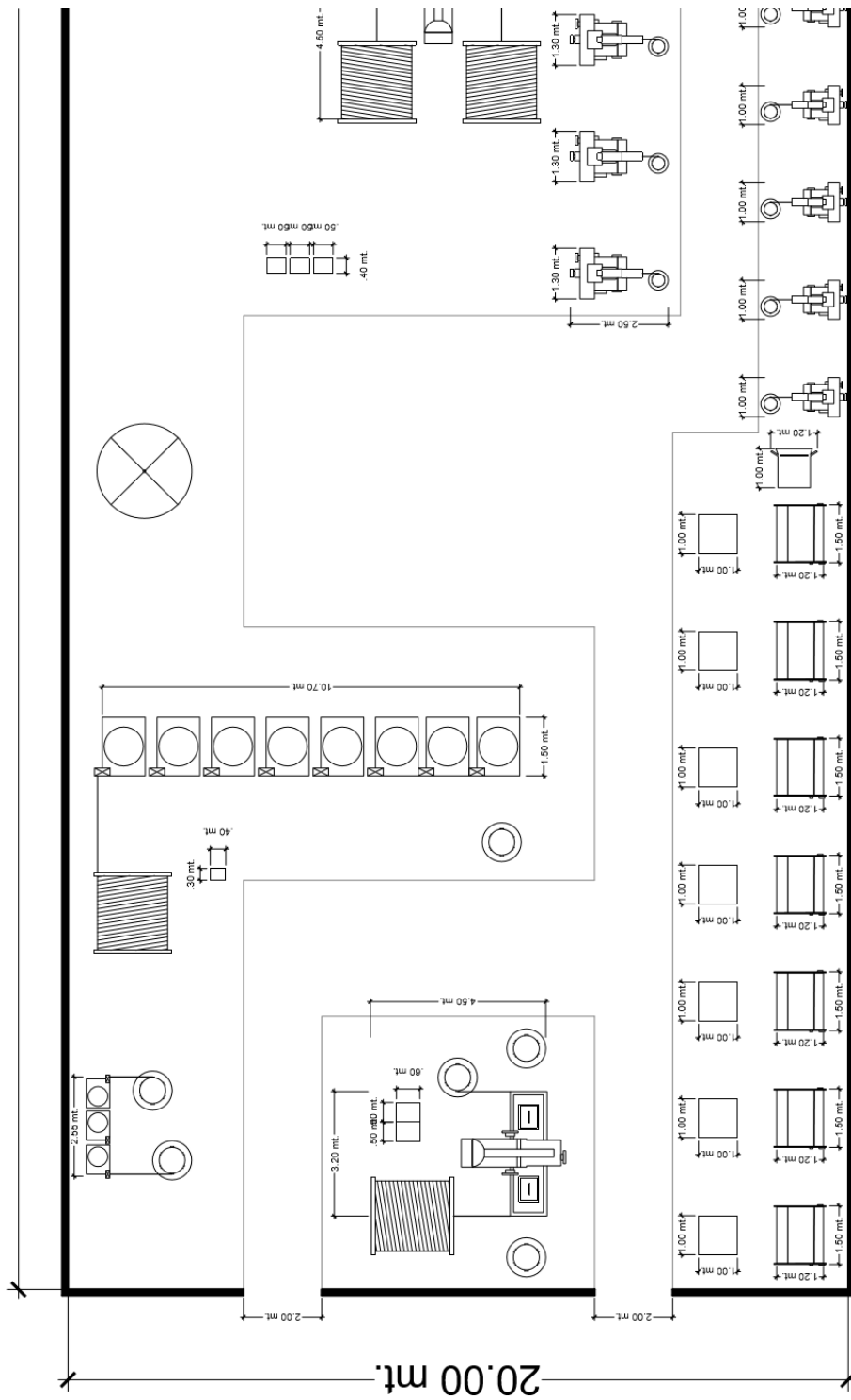
ANEXOS

ANEXO 1: Propuesta Layout para Myl S.A.C.



(continuará)

(continuación)



ANEXO 2: Cálculo del CAPM

$$K_c = R_f + \beta \times (R_m - R_f)$$

- K_c : Tasa de rendimiento mínima requerida por los inversionistas
- R_f : Tasa de interés o Rendimiento libre de riesgo
- β : Beta de la acción
- R_m : Rendimiento o rentabilidad del mercado

Donde:

$R_f = 11\%$

$B = 0.86$

$R_m = 13\%$