



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**TESIS**

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE UN  
SISTEMA DE GESTIÓN BASADO EN LEAN SIX SIGMA  
EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE PALLETS EN LA  
EMPRESA MADERERA NUEVO PERU S.A.C, 2017**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**Autor(es):**

**Medina Hoyos Gustavo Adolfo**

**Montalvo Montalvo Gina Pamela**

**Asesor:**

**Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto**

**Línea de investigación**

**Gestión de Operaciones y Logística**

**Pimentel – Perú  
2018**

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE UN SISTEMA DE  
GESTIÓN BASADO EN LEAN SIX SIGMA EN EL PROCESO  
PRODUCTIVO DE PALLETS EN LA EMPRESA MADERERA  
NUEVO PERU S.A.C, 2017**

**APROBACIÓN DE TESIS**

---

**Mg. Supo Rojas Dante Godofredo**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**Mg. Larrea Colchado Luis Roberto**

**SECRETARIO DEL JURADO**

---

**Dr. Vásquez Coronado Manuel H.**

**VOCAL DEL JURADO**

## ÍNDICE GENERAL

Resumen .....	x
Abstract.....	xi
Dedicatoria.....	xii
Agradecimiento .....	xiii
CAPÍTULO I.....	14
I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Situación problemática .....	15
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Hipótesis .....	18
1.4. Objetivos.....	19
1.5. Justificación .....	19
1.6. Antecedentes de la investigación.....	20
1.7. Marco teórico.....	22
1.7.1. Productividad.....	22
1.7.2. Sistema de gestión .....	26
1.7.2.1. Sistema .....	26
1.7.2.2. Gestión.....	28
1.7.2.3. Sistema de gestión .....	30
1.7.3. Lean Six Sigma.....	34
1.7.3.1. Lean .....	34
1.7.3.2. Six Sigma.....	36
1.7.3.3. Lean Six Sigma.....	45
1.7.3.3.1. Herramientas de Lean Six Sigma .....	46
CAPÍTULO II.....	61
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	62
2.1. Tipo y diseño de la investigación .....	62
2.2. Métodos de investigación .....	62
2.3. Población y muestra .....	62
2.4. Variables y Operacionalización.....	63
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	68
2.6. Validación y confiabilidad de instrumentos .....	68
CAPÍTULO III .....	69

III.	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS .....	70
3.1.	Diagnóstico de la empresa.....	70
3.1.1.	Información general de la empresa.....	70
3.1.1.1.	Materia prima e insumos .....	72
3.1.1.2.	Maquinaria y equipos .....	77
3.1.1.3.	Productos .....	89
3.1.2.	Descripción del proceso productivo de pallets .....	101
3.1.3.	Análisis de la problemática .....	105
3.1.3.1.	Resultados de la aplicación de instrumentos .....	108
3.1.3.2.	Herramientas de diagnóstico .....	124
3.1.4.	Situación actual de la productividad.....	130
3.2.	Propuesta de la investigación .....	138
3.2.1.	Fundamentación .....	138
3.2.2.	Objetivos de la propuesta .....	139
3.2.3.	Desarrollo de la propuesta .....	140
3.2.3.1.	Aplicación de Six Sigma .....	141
3.2.3.1.1.	Fase Definir.....	141
3.2.3.1.2.	Fase Medir .....	149
3.2.3.1.3.	Fase Analizar .....	196
3.2.3.1.4.	Fase Mejorar .....	197
3.2.3.1.5.	Fase Controlar.....	199
3.2.4.	Situación de la productividad en la propuesta.....	201
3.2.5.	Análisis beneficio/costo (evaluación económica) .....	221
CAPÍTULO IV	.....	225
IV.	DISCUSIÓN .....	226
CAPÍTULO V	.....	228
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	229
5.1.	Conclusiones.....	229
5.2.	Recomendaciones .....	231
CAPÍTULO VI	.....	232
VI.	REFERENCIAS .....	233
ANEXOS	.....	237

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Herramientas de Six Sigma .....	41
Tabla 2: Operacionalización de la variable dependiente .....	64
Tabla 3 : Operacionalización de la variable independiente .....	65
Tabla 4: Operacionalización de la variable independiente .....	66
Tabla 5 : Operacionalización de la variable independiente .....	67
Tabla 6 : Técnica e instrumentos de la recolección de datos.....	68
Tabla 7 : Información de la empresa .....	70
Tabla 8 : Preservante para las tablas AntiAzul 540.....	74
Tabla 9 : Características de clavos de acero .....	75
Tabla 10 : Características de la maquina mesa circular.....	77
Tabla 11 : Características de la maquina mesa circular.....	78
Tabla 12 : Características de la maquina multilamina.....	80
Tabla 13: Características de las máquinas despuntadoras .....	82
Tabla 14: Características de la maquina canteadora.....	84
Tabla 15: Características de la compresora de aire .....	85
Tabla 16 : Características de las pistolas de clavos .....	86
Tabla 17: Características de la Amoladora.....	87
Tabla 18: Características de la estoca.....	88
Tabla 19 : Modelos de pallets producidos durante el periodo Junio 2016 - Junio 2017 .....	93
Tabla 20: Características del pallets Modelo A (1.01 m x 1.21 m).....	95
Tabla 21: Características del pallets Modelo B (1.00 m x 1.20 m).....	97
Tabla 22: Características del pallets Modelo C (1.02 m x 1.22 m).....	99
Tabla 23 : Leyenda del DAP .....	105
Tabla 24 : Guía de observación .....	109
Tabla 25 : Precio de venta de pallets producidos según modelos .....	111
Tabla 26 : Producción y merma de tablas despuntadas .....	114
Tabla 27 : Posibles causas que originan la baja productividad .....	126
Tabla 28 : Producción de pallets con más frecuencia en Junio 2016- Junio 2017 .....	130
Tabla 29: Costo de materia prima por modelos.....	130
Tabla 30 : Costo de insumos por modelos de pallets producidos.....	131
Tabla 31 : Costo de mano de obra de operarios .....	132
Tabla 32: Costo de depreciación de maquinaria y equipo.....	133
Tabla 33 : Costo de mantenimiento de la maquinaria y equipo .....	134
Tabla 34 : Costo de energía de máquinas y equipos.....	134
Tabla 35 : Costo total por hora/maquina .....	135
Tabla 36 : Productividad actual de materia prima e insumos.....	136
Tabla 37 : Productividad actual de mano de obra .....	137
Tabla 38 : Productividad actual de maquinaria y equipos.....	137
Tabla 39 : Productividad Global actual .....	138
Tabla 40 : Muestra de cuanto se pierde por parada al mes en la maquina mesa circular ..	147

Tabla 41 : Muestra de cuanto se pierde por parada al mes en la maquina Multilamina....	148
Tabla 42 : Muestra de cuanto se pierde por parada al mes en la maquina despuntadora h. .....	149
Tabla 43 : N° de defectos de pallets producidos .....	150
Tabla 44: Lista de elementos innecesarios .....	159
Tabla 45: Criterios para determinar la ubicación de elementos .....	163
Tabla 46 : Inspección de la limpieza de maquinaria y herramientas.....	165
Tabla 47: Inspección de la limpieza de pasadizos o espacios .....	166
Tabla 48: Escala de medición de la 5S .....	172
Tabla 49: Proceso de cambio de utillaje de la mesa circular.....	174
Tabla 50: Proceso de cambio utillaje de máquina multilamina.....	175
Tabla 51: Proceso de cambio de utillaje de máquina despuntadora .....	176
Tabla 52: Proceso de cambio de utillaje de máquina canteadora .....	177
Tabla 53: Proceso de limpieza de compresora .....	178
Tabla 54: Proceso de lubricación de pistola .....	179
Tabla 55: Clasificación de máquinas y equipos según su operación.....	180
Tabla 56: Empadronamiento de la maquinaria y equipo.....	185
Tabla 57: Codificación de la maquinaria y equipo.....	186
Tabla 58: Posibles causas para la baja productividad de la empresa por la mano de obra	197
Tabla 59: Fracción de defectos en el N° de muestras constantes de pallets .....	199
Tabla 60: Leyenda del DAP estimado.....	204
Tabla 61: Análisis de horas productivas de mano de obra .....	206
Tabla 62: Continuación de análisis de horas productivas de la mano de obra .....	206
Tabla 63: Costo de mano de obra .....	207
Tabla 64: Análisis de horas productivas de la maquinaria y equipos.....	208
Tabla 65: Continuación del análisis de horas productivas de la maquinaria y equipos ....	209
Tabla 66: Costo de maquinaria y equipos con depreciación estimada .....	210
Tabla 67: Costo estimado de mantenimiento estimado .....	211
Tabla 68: Costo de consumo de energía por maquinaria y equipo.....	212
Tabla 69: Costos hora/maquina estimada .....	213
Tabla 70: Análisis de la producción estimada .....	214
Tabla 71: Producción estimada de pallets para Julio 2017 a Julio 2018.....	215
Tabla 72: Materia prima a utilizar estimada.....	215
Tabla 73: Costo estimado de Materia prima por modelos.....	216
Tabla 74: Insumos total estimados a utilizar por las cantidades de pallets .....	216
Tabla 75: Costo estimado de insumos por modelos .....	217
Tabla 76: Productividad estimada de mano de obra.....	218
Tabla 77: Productividad estimada de maquinaria y equipos .....	219
Tabla 78: Productividad estimada de materia prima e insumos .....	220
Tabla 79: Productividad global estimada .....	220
Tabla 80: Beneficios de la propuesta.....	221
Tabla 81: Costos de servicio externo e internos .....	222

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Conformación de un sistema.....	27
Figura 2: Estructura de Six Sigma.....	38
Figura 3: Ejemplo de un diagrama de flujo .....	42
Figura 4: Ejemplo de un Diagrama de Ishikawa .....	44
Figura 5: Ejemplo de un Gráfico de control .....	45
Figura 6: Fases de la herramienta SMED .....	55
Figura 7: Simbología de VSM.....	57
Figura 8: Ejemplo de un VSM en una empresa X.....	59
Figura 9: Siglas del DMAIC.....	60
Figura 10: Organigrama general de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C.....	71
Figura 11: Cuarterones de madera Pino radiata.....	72
Figura 12: Madera de la selva.....	73
Figura 13: Preservante para tablas AntiAzul 540.....	74
Figura 14: Clavos de acero en rollo para las pistolas a presión.....	75
Figura 15: Lija N° 40.....	76
Figura 16: Pegamento .....	76
Figura 17: Máquina mesa circular para listones .....	79
Figura 18: Máquina mesa circular para listones .....	79
Figura 19: Maquina multilamina .....	81
Figura 20: Maquina despuntadora vertical 1 .....	82
Figura 21: Maquina despuntadora vertical 2 .....	83
Figura 22: Maquina despuntadora horizontal.....	83
Figura 23: Maquina Canteadora .....	85
Figura 24: Compresora vertical y horizontal.....	86
Figura 25: Pistola de clavos.....	87
Figura 26: Amoladora.....	88
Figura 27: Estoca .....	89
Figura 28: Partes de un pallets.....	90
Figura 29: Producción de pallets desde el mes de Junio del año 2016 por modelos.....	91
Figura 30: Producción de pallets hasta Junio del año 2017 por modelos.....	92
Figura 31: Diagrama de Pareto demostrando la frecuencia de pallets producidos durante Junio del 2016 - Junio del 2017.....	94
Figura 32: Vista frontal y vista inferior del Modelo A (1.01m x 1.21m).....	96
Figura 33: Vista frontal e inferior del Modelo B (1.00 m x 1.20m).....	98

Figura 34: Vista frontal e inferior del modelo C (1.02 m x 1.22m) .....	100
Figura 35: Diagrama de operaciones por proceso de la producción de pallets actual.....	103
Figura 36: Diagrama por actividades del proceso de producción de pallets .....	104
Figura 37: Merma en la maquina Canteadora .....	106
Figura 38: Merma obstruyendo el trabajo libre .....	106
Figura 39: Pasadizos y maquinaria obstruidas por merma. ....	107
Figura 40: Merma acumulada, en la zona de secado .....	108
Figura 41: Producción y merma obtenida en el proceso de cuadrar cuartones .....	112
Figura 42: Producción y merma obtenida en el proceso de tablear. ....	113
Figura 43: Rango de edad. ....	115
Figura 44: Tiempo de trabajo en la fábrica.....	115
Figura 45: Frecuencia con la que encuentra objetos innecesarios en la zona de trabajo...	116
Figura 46: Frecuencia de objetos en el piso. ....	116
Figura 47: Frecuencia con la que dirige a otro lugar por una herramienta.....	117
Figura 48: Frecuencia con la que se guarda de forma limpia y ordena las herramientas después de ser utilizadas.....	117
Figura 49: Motivo por el que no guardan las herramientas.....	118
Figura 50: Cuan seguros se sientes los trabajadores en su zona de trabajo.....	118
Figura 51: Frecuencia con la que realizan limpieza en su zona de trabajo. ....	119
Figura 52: Frecuencia que un operario deja limpio y ordenado su zona de trabajo al terminar su jornada laboral .....	119
Figura 53: Frecuencia con la que encuentra la fábrica limpia y ordenada al inicio de las labores.....	120
Figura 54: La máquina recibe un mantenimiento adecuado.....	120
Figura 55: Postura frente a ser capacitados. ....	121
Figura 56: Temas en los que quisieran capacitarse los colaboradores. ....	121
Figura 57: Existe compañerismo en la empresa. ....	122
Figura 58: Lo que más falta en la empresa con respecto a valores .....	122
Figura 59: Piensan en hacer mejoras en su zona de trabajo. ....	123
Figura 60: Identificación de los defectos en las tablas. ....	123
Figura 61: Postura después de identificar un defecto en tablas o parihuelas. ....	124
Figura 62: Diagrama de Ishikawa de la Baja productividad .....	125
Figura 63: Diagrama de Pareto de la causas que originan la baja productividad.....	127
Figura 64: VSM actual de la empresa. ....	129
Figura 65: Modelo del Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma.....	140
Figura 66: Diagrama SPC - N° de defectos de pallets.....	151
Figura 67: Diagrama SPC, sin causas asignadas .....	152
Figura 68: Pasos para aplicar la primera S .....	159
Figura 69: Tarjeta Roja 5S .....	160
Figura 70: Informe de los resultados de la primera S.....	161
Figura 71: Pasos para aplicar la segunda S.....	162
Figura 72: Pasos para aplicar la tercera S.....	164

Figura 73: Pasos para aplicar la cuarta S .....	167
Figura 74: Check-List para la primera S - Clasificación .....	169
Figura 75: Check-List para la segunda S - Orden.....	169
Figura 76: Check-List para la tercera S - Limpieza.....	170
Figura 77: Pasos para implementar la quinta S .....	171
Figura 78: modelo de proceso de cambio de utillaje .....	181
Figura 79: Check - list del programa SMED.....	182
Figura 80: Mantenimiento preventivo .....	183
Figura 81: Localización de la maquinaria .....	184
Figura 82: Tarjeta Informativa .....	187
Figura 83: Hoja de control.....	188
Figura 84: Actividades en un mantenimiento de maquinaria y equipo .....	189
Figura 85: Hoja instructiva .....	190
Figura 86: Tablero de control diaria .....	191
Figura 87: Tablero de control diaria .....	192
Figura 88: Tabla de control diaria .....	193
Figura 89: Cronograma de control semanal .....	194
Figura 90: Cronograma de control semanal .....	195
Figura 91: Diagrama de Ishikawa de la baja productividad por la mano de obra .....	196
Figura 92: Causas de la baja productividad de la empresa por la mano de obra.....	198
Figura 93: Fracción de defectos np, en N° de muestra contante de pallets .....	200
Figura 94: Diagrama de operaciones del proceso productivo de pallets estimado de la propuesta.....	202
Figura 95: Diagrama de actividades del proceso productivo de pallets estimado de la propuesta.....	203
Figura 96: VSM futuro .....	205

## ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario aprobado .....	238
Anexo 2: Cuestionario aprobado .....	238
Anexo 3: Cuestionario aprobado .....	238
Anexo 4: Ficha de opinión de expertos .....	238
Anexo 5: Cuestionario aprobado .....	238
Anexo 6: Cuestionario aprobado .....	238
Anexo 7: Ficha de opinión de expertos .....	238
Anexo 8: Cuestionario aprobado .....	238
Anexo 9: Cuestionario aprobado .....	238

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE UN SISTEMA DE GESTIÓN  
BASADO EN LEAN SIX SIGMA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE PALLETS  
EN LA EMPRESA MADERERA NUEVO PERU S.A.C, 2017**

**IMPROVING PRODUCTIVITY BY A MANAGEMENT SYSTEM BASED ON  
LEAN SIX SIGMA IN THE PRODUCTION PROCESS OF PALLETS IN THE  
COMPANY MADERERA NUEVO PERU S.A.C, 2017**

*Gustavo Adolfo Medina Hoyos<sup>1</sup>*

*Gina Pamela Montalvo Montalvo<sup>2</sup>*

**Resumen**

*La presente investigación tuvo como objetivo mejorar la productividad en el proceso productivo de pallets en la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, mediante un Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma. Para ello, primero se realizó un análisis en el Área de producción utilizando el Diagrama de Ishikawa, VSM actual y documentos otorgados por la empresa, además se contó con la ayuda de los trabajadores de dicha área que mediante de un cuestionario nos brindaron mayor información con el fin de obtener las causas principales a la baja productividad.*

*En segundo lugar se trabajó con la metodología DMAIC y para ello se propuso utilizar dos pilares del TPM, que son el mantenimiento autónomo y el mantenimiento preventivo, acompañado de la metodología 5S y SMED, así como para llevar el control de la producción se propuso también el diagrama de SPC. Dando como resultados un mejor control en el proceso productivo de pallet y obteniendo una mejora en la productividad global de 1.01 a 1.36. Finalmente concluimos que para lograr la mejora de la productividad es necesario se lleve un constante control de todo el proceso y de los programa propuestos.*

**Palabras claves:** *Proceso, producción, productividad y Sistema de gestión.*

---

<sup>1</sup> *Egresado de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Universidad Señor de Sipán, Pimentel-Chiclayo, Perú, [g.medi.hoy@gmail.com](mailto:g.medi.hoy@gmail.com), Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2533-5021>*

<sup>2</sup> *Egresada de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Universidad Señor de Sipán, Pimentel-Chiclayo, Perú, [mmontalvogina@crece.uss.edu.pe](mailto:mmontalvogina@crece.uss.edu.pe), Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5143-0447>*

## **Abstract**

*The present investigation had as objective to improve productivity in the productive process of pallets in the company Nuevo Perú S.A.C through a Management System based on Lean Six Sigma. To do this, first an analysis was carried out in the area of production using the Ishikawa Diagram, VSM and documents issued by the company, in addition, counted with the help of the workers in this area that through a questionnaire gave us more information in order to obtain the main causes of low productivity.*

*In the second place, work with the DMAIC methodology and for this it was proposed to use two pillars of TPM, which are the autonomous maintenance and preventive maintenance, accompanied by the Methodology 5S, SMED, as well as for the control of production it was also proposed the diagram of SPC. Resulting in better control in the productive process of pallet and obtaining an improvement in overall productivity of 1.01 to 1.36. Finally we concluded that in order to achieve the improvement of productivity it is necessary to keep a constant control of the entire process and of the proposed program.*

**Key words:** *Process, Production, Productivity and Management System.*

## **DEDICATORIA**

Va de dedicado para mi madre Melva, porque al fin hoy sus gritos y esfuerzos ven sus frutos, para mi padre Manuel, de quién heredé la actitud de líder y la habilidad de expresarme en público, para mi mis hermanos Victor Manuel y Miguel Ángel y mi hija Tayra, mis personas favoritas, el motivo de cambio en mi vida. Familia esto es para ustedes!

*Gustavo Adolfo Medina Hoyos*

Este proyecto es el resultado de todo el esfuerzo y apoyo incondicional que me brindaron tanto mi madre Rosa, mi nona María y mis hermanos que me mostraron con su ejemplo cuál es el camino del éxito. Para mi padre que desde el cielo me cuida y me guía para tomar las mejores decisiones. Todo mi esfuerzo va para ustedes.

*Gina Pamela Montalvo Montalvo*

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial para nuestro asesor de tesis, el ingeniero Manuel Vásquez, todo un profesional a seguir que nos ayudó a construir este proyecto, el cuál no solo fue un docente más, sino hizo la figura de un padre cada vez que lo necesitábamos. A todos nuestros docentes, que en cada clases no solo nos dejaron sus conocimientos, sino también consejos que nos servirán en nuestra vida como profesionales. A nuestra casa universitaria por albergarnos en todos estos años. Hoy podemos decir gracias a ustedes, Misión Cumplida!

*Gustavo Adolfo Medina Hoyos*

*Gina Pamela Montalvo Montalvo*

# CAPÍTULO I

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Situación problemática

Según nos informa Silva (2015), en México las industrias madereras dedicadas al aserrado presentan limitaciones que afectan a la capacidad para agregar valor a la madera aserrada como la falta de tecnología y la ineficiencia de los procesos.

Así mismo Silva (2015), cita a Conafor (2014), quien considera que la baja calidad del producto final y las insuficientes estufas de secado es uno de los problemas del estado tecnológico actual de las industrias forestales es su obsoleto equipamiento, y también a Flores et al. (2007). Con respecto a lo que considera Silvia nos da a entender que muchas de las industrias madereras hoy en día no se encuentran equipadas adecuadamente, pero si eso se llegara a mejorar aumentaría la capacidad y ya no habría tantos tiempos muerto pero por lo consiguiente nacerían nuevas necesidades como una mano de obra más capacitada.

En la segunda edición de la Revista LIGNUM de Chile en 1991, se catalogó a la industria nacional de tableros como un “gigante dormido que comenzaba a despertar”, de acuerdo a lo afirmado en la época por Juan Obach, quien era vicepresidente de Pathfinder, accionista de la empresa maderera Masisa. (Grupo Editorial Editec, 2016).

Se afirma también el Grupo Editorial Editec (2016), “Desde la última década del siglo XX a la segunda del siglo XXI, el sector forestal chileno más que experimentar cambios ha profundizado en un tipo de desarrollo que muestra un gran crecimiento en sus resultados.” (p. 9).

En la Revista Chilena LIGNUM de planteo la pregunta ¿Qué desafíos se viene para el sector Maderero? Para Cerna (2016) ex director de Revista LIGNUM y presidente del Programa Meso regional de Corfo: “En industrialización, mejorar el performance de productividad de la pyme maderera; solucionar los problemas de secado, respecto a costo-efectividad del proceso,

y aumentar la productividad de los labores de armado y ensamblado de sistemas constructivos de madera.” p.10

Desde la perspectiva de las empresas productoras, el gerente de Asuntos Corporativos y Comerciales de Arauco comenta que:

Destacaría la incorporación permanente de innovación como elemento diferenciador, a través de la investigación científica y tecnológica aplicada a los procesos productivos, que agregan valor para los clientes, nos hace más competitivos, y dinamizan y otorgan atractivo a la oferta de Arauco. (Kimber, 2016 p. 10)

Uno de los objetivos más importante en Transferencia de tecnología en la Industria de la madera es dar visión innovadora a los técnicos, profesionales y consultores en general. En Lima, considera como puntos críticos en el proceso de aserrío los siguientes:

Inventario de rotación: Un almacenamiento y manejo inadecuado del inventario de madera puede generar defectos (infestación de hongos, pudrición) en la madera almacenada. Descortezado: La falta o mala preparación de las trozas antes que entre a la maquina puede producir defectos en el corte, romper cintas o deformar la madera debido a la presencia de clavos, piedras y otros residuos del arrastre. Así mismo manifiesta la importancia del afilado y mantenimiento de las herramientas de corte, clasificación y recuperación (optimización de la madera). Secado de la madera: Un mal secado genera desperdicios, en cambio, un secado adecuado permite obtener una buena performance de la madera. (Gutiérrez, 2008 p. 9)

Además para Gutiérrez (2008), nos dice también que hay puntos críticos en la segunda transformación de la producción de la madera en la que los principales son el abastecimiento de la madera, el diseño y los procedimientos técnicos en el desarrollo del producto, otros puntos críticos son el control de la calidad en el proceso y producto terminado y seguridad e higiene industrial.

Minaya (2012), nos informa que al margen de la existencia física de las industrias, se puede comprobar que los esfuerzos que han desarrollado y aun desarrollan los principales actores en la actividad industrial maderera peruana han sido insuficientes debido, entre otros, a

una falta de visión industrial planificada, al desconocimiento de aspectos técnicos y disponibilidad y provisión de información que permitan su desarrollo. Dicha información se refiere a: Identificación de la industria que se desarrolla

Desconocimiento de los procesos industriales por línea de producción Sistemas de ubicación de las industrias Desconocimiento de los flujos de procesos para una adecuada distribución de planta

Identificación de los puestos de trabajo por línea de producción Mejoramiento de la calidad de los productos Control y registro de los procesos Uso de tecnología en la industria. (p. 10).

Una realidad local es la que se tiene en la fábrica Maderera Nuevo Perú S.A.C en la que se realiza la presente investigación, esta fábrica se dedica a elaborar y distribuir productos de embalajes de madera, su producto bandera son los pallets conocidos también en el mercado como parihuelas, los cuales son muy solicitados mayormente por empresas agroindustriales y tiene como subproducto la elaboración de cajas.

Con las constantes visitas a la empresa se pudo observar y constatar que al no contar con una línea de producción técnicamente organizada, se daba origen a los reprocesos es decir de 200 productos terminados más del 50% salían con defectos y por ende tenían que ser reprocesados, lo cual aumentaban el consumo de la materia prima e insumos, también las altas cantidades de mermas era un problema que no se tenía en cuenta, se pudo calcular que en promedio en toda la línea de producción se obtenía una merma aproximada de un 12.75% ya que lo que más interesaba era producir y cumplir con los pedidos, otro de los problemas era la sobreproducción del producto en proceso (tablas y tacos) ya que al no tener con un control de producción exacta se generaba que los pasadizos estén obstruidos por productos en proceso y el almacén lleno de producto terminado sin vender; sumándole a esto la falta de un mantenimiento preventivo para las máquinas, que obligaba a que el colaborador dejara de hacer su actividad principal para realizar otras actividades como cambio de piezas o buscar soluciones con alguna falla que tenga la máquina y que en algunos casos demoraban horas (tiempos muertos).

Además otro problema significativo es la falta de orden y clasificación de lo necesario e innecesario o simplemente la eliminación de elementos u objetos que se tiene dentro y fuera del área de producción ya que eso dificulta en la hora de buscar y ubicar lotes de tablas de diferentes medidas o ya sea para cuando se saca tablas ,moldes de almacén que se quieran en el área de producción para ser procesadas, la dificultad esta porque muchas veces no hay espacio en las zonas de trabajo, esto es originado porque hay otros objetos que se encuentran ocupando espacio que no les corresponde y deberían ser reubicados o eliminados, asimismo en el área de producción están distribuidas las diferentes líneas de procesos, estos equipos comparten un mismo ambiente originando espacios reducidos para el desplazamiento del personal, así mismo este ambiente es usado como almacén del producto terminado lo cual dificulta el proceso productivo. Otro de los principales problemas asociados a la producción son los operarios, que no son mano de obra calificada para este tipo de industria lo cual ocasiona baja productividad, además no se han establecido estándares de rendimiento ya que muchas veces estos procesos no son controlados ni supervisados evitando el logro de las metas de producción.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Se podrá mejorar la productividad mediante un Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma en el proceso productivo de pallets en la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C?

## **1.3. Hipótesis**

Si, el diseño de un Sistema de Gestión basado Lean Six Sigma en el proceso productivo de pallets mejorará significativamente la productividad en la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C.

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar un Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma en el proceso productivo de pallets para mejorar la productividad en la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C

### **Objetivos específicos**

- a) Diagnosticar el estado actual del proceso productivo de pallets en la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C.
- b) Identificar los factores influyentes en el proceso productivo de pallets en la fábrica Maderera Nuevo Perú S.A.C.
- c) Diseñar el Sistema de Gestión basado en Lena Six Sigma.
- d) Realizar la evaluación beneficio/costo de la propuesta de investigación.

## **1.5. Justificación**

Este trabajo de investigación es muy importante porque ayudará a la empresa Maderera Nuevo Perú S.A, en mejorar la productividad en el proceso productivo de pallet.

El presente proyecto se propone debido a que la dicha empresa cuenta con problemas constantes en el área de producción desde la entrada de la materia prima hasta la salida del producto terminado, además en cada área cuenta con desperdicios como por ejemplo: tiempos muertos, demasiada merma, súper producción, transporte ineficiente, movimientos innecesarios, producción defectuosa y sobre todo ideas de mejora de los operarios no valoradas. Es por ello que esta investigación se basará en la utilización de Lean Six Sigma, lo cual es una metodología enfocada en la reducción de errores.

El Sistema de Gestión que se propondrá permitirá alcanzar resultados inmediatos en la productividad, competitividad y rentabilidad de la fábrica sin la necesidad de realizar inversiones en maquinaria, personal o tecnología.

Desde el punto de vista social la propuesta beneficiará a los trabajadores (clientes internos) de la empresa porque el proceso será mejor organizado. Además, se contribuirá a la conservación del medio ambiente dando una mejor utilización a la materia prima y disminuyendo considerablemente los desperdicios.

## **1.6. Antecedentes de la investigación**

En la investigación titulada “Mejoramiento de la productividad de la línea de extrusión de la empresa Cedal, empleando la metodología Six Sigma”, realizada en la Escuela Nacional Politécnica, Quito – Ecuador. Observaron que el problema que genera el proceso de extrusión eran los retrasos en la producción debido a los perfiles extruidos con defectos que genera el proceso, esto conlleva a que el proceso que le sucede en la cadena de valor, es decir, el proceso de anodizado retrase la producción total de la planta debido que este es el cuello de botella de la cadena de valor, razón por la cual el proceso de extrusión debe enviar productos al siguiente proceso en el tiempo y la calidad planificada para no retrasar la producción en la línea de fabricación de perfiles de aluminio. Después de implementar las fases DMAMC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) de la metodología Six Sigma concluyó en que la cantidad de material no conforme o rechazado se redujo del 5,64% a 4,32%, en la fabricación de perfiles extruidos mejoraron de 255 kg/h-h a 269kg/h-h, con respecto a la eficacia de la producción se consiguieron mejorar el 71% que tenían al inicio a un 84%, lo cual demostró una mejora del 18,3%. Garcés, L (2016).

Fuentes (2014), en su investigación “Diseño para la implementación de calidad seis sigma en el área de molino de la empresa Tecnoplast” en Ecuador, sostuvo que la empresa tenía un problema de control de calidad en el área de molino, el problema nacía de los productos defectuosos de la línea de producción, dichos productos eran llevados al área de molino para ser reprocesados por lo que generaba un gasto adicional y hacia que la producción no sea efectiva. En la empresa Tecnoplast semestralmente produce 1827 unidades de sacos con un 12% de

defectos del total es ahí donde se optimizar la producción para eliminar reprocesos y la inspección al 100%. Para la mejora propone contratar un supervisor, capacitación al personal del área, entrega de materiales didácticos con el fin de capacitar sobre Six Sigma. Como resultados obtenidos presenta que la empresa se llegó a recuperar de la inversión en el balance económico donde se obtuvo un flujo caja en los dos años de \$16450,50 con una tasa interna de retorno de 68,78% y el valor actual neto de \$27802,18.

Molina (2014), en su proyecto de investigación “Modelo de mejora en los procesos de fabricación, empresa farmacéutica” en México, señala que en esta tesis se desarrolló un modelo de mejora del proceso de fabricación en una empresa farmacéutica mexicana dedicada a la manufactura de formas solidas orales (tabletas recubiertas y capsulas) para las cuales sus variables críticas están definidas y especificadas, para nuestro caso la variable fue el peso. A través de este modelo de mejora la empresa redujo el porcentaje de su producto que está fuera de especificaciones de un 18% a un 14% de la producción de las formas solidas (que representan un 80% de la producción total), redujo el número de muestreos de inspección de media a una hora, redujo los costos de retrabajos y la cantidad de productos a confinamiento.

Azcoitia (2012) en su tesis “Mejora en el nivel de servicio utilizando la metodología seis sigma y manufactura esbelta” en México, una de las principales causas que originan estos problemas, es el incumplimiento en las entregas por parte del proveedor principal de estampados, debido a que permanentemente tiene órdenes vencidas y el proceso de reabastecimiento está fuera de control., despliega la manera de cómo se mejoró el nivel de servicio del 73.8% al 99.7%, de un proveedor de estampados que provee componentes que se integran a la línea de fabricación de una empresa fabricante de equipo eléctrico, usando los principios de la metodología Seis Sigma. Adicionalmente gracias a que se han logrado mejorar los problemas en las fabricación del ducto cuadrado, hoy en día se ha evitado tener entregas tardías con los clientes finales con un nivel de servicio del 100% y también se han eliminado las reclamaciones y el back order.

En Lima, Barahona y Navarro (2013), en su tesis “Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología Lean Six Sigma”,

identificaron que en el proceso de galvanizado la variabilidad de la capa de recubrimiento en el alambre genera insatisfacciones en los clientes (alambres galvanizados con defectos y fuera de especificación) y mayores costos de producción (mayor consumo de zinc y desperdicios). Para ello se plantearon soluciones basados en la metodología Lean Six Sigma, de las cuales las más relevantes fueron la filosofía japonesa 5'S y TPM, teniendo como resultado que el tiempo de procesamiento en galvanizado disminuyó de 320 a 277 min/ton, este cambio se dio gracias a que se disminuyó el tiempo de ciclo. Para disminuir el tiempo de ciclo en la velocidad de las recogedoras en la línea de galvanizado de 65 m/min a 75 m/min y una disminución de la capa de zinc de 330 g/m<sup>2</sup> a 274.7 g/m<sup>2</sup> gracias a las mejoras del Six Sigma

Villarreal (2016), en su tesis denominada “Mejora de la calidad en una empresa de confecciones empleando la metodología Six Sigma” en Arequipa, sostiene que la empresa se dedica a confeccionar abrigos, lo cual tuvo como problema los productos defectuosos lo que conlleva a no cumplir con la entrega al tiempo establecido. Y llegó a la conclusión de que faltaba un mejor control de calidad es por ello que propuso emplear en la empresa la metodología Six sigma. Para la mejora utilizó el análisis de los problemas con el diagrama de Ishikawa y Pareto, dando como factores la falta de mantenimiento preventivo, capacitación limpieza y orden que influyen el control de calidad, lo cual se aplicó como solución 50 minutos de mantenimiento con un personal capacitado e implementando la filosofía 5S. Los resultados que obtuvo que mejoró la calidad del abrigo y un 76.48% de abrigos confeccionados en un buen estado, disminuyendo los productos defectuosos y aumentando la capacidad del proceso en un 32% aproximadamente. El proyecto es económicamente viable al obtener un valor de TIR de 43% y un valor VAN de S/. 5,250.34.

## **1.7. Marco teórico**

### **1.7.1. Productividad**

Según Gutiérrez (2014), la productividad tiene relación con los resultados que se obtienen durante un proceso productivo o en un sistema, es por ello que al aumentar la

productividad se logra obtener mejoras en toda la organización incluyendo el mejor uso de los recursos utilizado.

Entonces la productividad viene a ser aquella medida o relación entre lo producido por un sistema y el uso eficiente y eficaz de los recursos utilizados que generaran o producen un valor económico, en otras palabras viene a ser la mejora del proceso productivo.

Además la productividad es la herramienta de mayor importancia en la repartición equitativa de la riqueza de relaciones laborales sólidas y de la intervención liberal de los colaboradores. Por tanto se considera a la productividad un instrumento óptimo hacia el balance de los objetivos económicos, sociales, técnicos y ambientales. (Prokopenko, 2013)

Y para Herrera, Martínez y Villalobos (2010), consideran que la productividad es aquella que está ligada en gran parte al estado de ánimo de los colaboradores, el cual los hace productivos; así mismo para lograrlo es necesario satisfacer todas sus perspectivas e inquietudes, por el simple hecho que ellos acuden a trabajar con una serie de problemas psicológicos, sociales, familiares y peculiaridades culturales distintas.

$$\textit{Productividad} = \frac{\textit{Productos}}{\textit{Insumos}}$$

$$\textit{Productividad total} = \frac{\textit{Producción (unidades, precios, cantidades)}}{\sum \textit{recursos (H - H, H - M, Mp, insumos)}}$$

#### a. Tipos de productividad

Según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008), los tipos de productividad se divide en:

- **Producto De Materia Prima:** elementos esenciales extraídos de la naturaleza para elaborar determinados productos. Recursos humanos, mineros, forestales, entre otros.

$$M.P = \frac{\textit{Precio de Venta Unitario x Nivel de Producción}}{\textit{Costo Total de Materia Prima}}$$

- **Producto De Mano de Obra:** es el trabajador industrial que con su capacidad de creación, sus conocimientos y fuerza de trabajo, utiliza la materia prima, aprovecha el capital y la tecnología para dinamizar la fabricar y producir.

$$M.O = \frac{\text{Precio de Venta Unitario} \times \text{Nivel de Producción}}{\text{Costo de Hora de M.O} \times \text{N}^\circ \text{ de horas empleadas}}$$

- **Producto Del Capital:** menciona que es el aumento que se produce en la cantidad de producto cuando se incrementa en una unidad el capital invertido en la producción, manteniendo constantes el resto de los factores. es el elemento fundamental para instalación y desarrollo de una industria. Mediante él se adquiere las materias primas, las máquinas y se paga a los trabajadores.

$$\text{Productividad del Capital} = \frac{\text{Producción Obtenida}}{\text{Insumos de Capital}}$$

**b. Importancia de la productividad:**

Según Prokopenko (2009), afirma que una alta productividad es importante porque además de suministrar, también, aumenta los beneficios para invertir en dar origen al desarrollo económico en regiones subdesarrolladas. Esto quiere decir que una productividad de elevado nivel asistida de una política de distribución social efectiva viene a ser el conducto adecuado más eficaz para la lucha contra la pobreza.

Así mismo nos dice que cuánto más productiva sea una economía, dará origen a que su tasa de desempleo se reduzca, lo cual generará una mejor impresión en el mercado extranjero. Una forma de originar empleos es que las empresas sean más productivas, para que reservando dinero puedan generar futuras inversiones que den pie a nuevos puestos de trabajo.

En la actualidad, la productividad y la calidad son importantes porque son consideradas de interés nacional, sea para los países desarrollados, como para los que se encuentran en vías de desarrollo. Con el interés de conseguir los fines y objetivos respecto a la productividad deben de sumar esfuerzos tanto empresarios, gobernantes, dirigentes, técnicos y trabajadores. (Lefcovich, 2009).

### c. **Medición de la productividad**

Según Gutiérrez (2016), la medición de la productividad lo relaciona con la eficiencia y eficacia, lo cual la eficiencia lo define como la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados y a la eficacia como las actividades planificadas y de las que se alcanzaron.

Pero para Heizer & Render (2009), considera que se puede medir la productividad con un solo factor o múltiples factores que pueden intervenir en la producción de un producto. Entonces en el caso de la Productividad de un solo factor el divisor es opcional de acuerdo a que productividad de algunos recursos que se utilizan en el proceso productivo se quiera hallar.

Por otro lado nos dice Heizer et al. (2009), que la productividad de múltiples factores también es conocida como “Productividad de factor total” y lo que se logra con esta fórmula es indicar cuál es la relación que hay entre la entrada (recursos) y salida (producto terminado o bien final).

### d. **Variables de la productividad**

Según nos indican Heizer et al. (2009), son tres variables cruciales e importantes para mejorar la productividad:

- **Mano de obra.** Es considerado el primer punto crítico como punto de partida para dar inicio a la mejora de la productividad, porque al contribuir con la mano de obra los resultados que se obtengan serán positivos como por ejemplo una mano de obra motivada, con una nueva cultura de trabajo.
- **Capital.** El segundo punto crítico en donde no muchos quieren mezclarla con la mano de obra, ni generar más inversión de la que ya realizan porque no siempre resulta favorable invertir mucho en mano de obra nueva u otros recursos para generar mejoras en la empresa ni tampoco certifica que al invertir capital aumentará la productividad porque si no lo saben emplear de la manera correcta estaría generando un gasto, la clave están en que se trabaje con lo que se tiene o que la inversión que se genere sea la necesario y cuando sea necesaria.

- **Administración.** El tercer punto crítico según describe Heizer et al. (2009), es un factor de la producción y un recurso económico que cumple una labor muy importante dentro de una empresa porque hace que la fuerza laboral y el capital sean utilizados de manera eficiente y efectiva con en el fin de aumentar o mejorar la productividad de una organización.

Pero para Lefcovich (2009), nos dice que la productividad tiene factores los cuales los fracciona en elementos internos y externos, los cuales los organiza de la siguiente manera:

**Internos:**

- Producto
- Planta y equipo
- Tecnología
- Materiales y energía
- Personas
- Métodos de trabajo

**Externos:**

- Económicos
- Demográficos
- Mano de Obra
- Materia Prima
- Políticas y estrategia

## **1.7.2. Sistema de gestión**

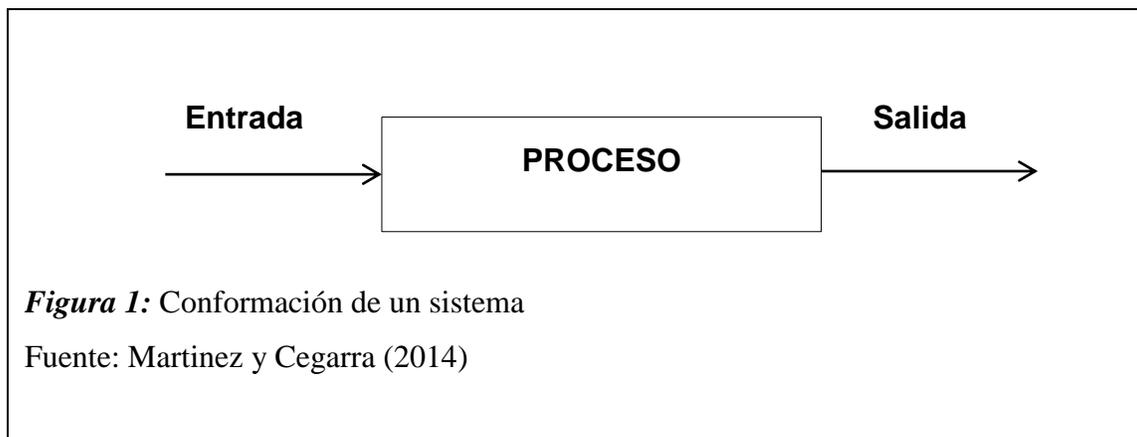
### **1.7.2.1. Sistema**

Según nos describe Stincer (2012), un sistema está constituido o formado por un conjunto de factores que se relacionan entre si teniendo en común una misma meta u objetivo. Además un sistema con respecto a la Ingeniería Industrial es la Cadena de Suministro la cual es

un claro ejemplo de un conjunto de factores ya que interviene todo lo que se utiliza o realiza para obtener un producto.

Concordando con la definición anterior, nos dice Dounce (2014), que el sistema está conformado por partes que pueden ser diferentes pero todas apuntan a un mismo objetivo.

Así mismo Martínez y Cegarra (2014), llegan a la conclusión que un sistemas es un conjunto de elementos que se encuentran relacionados entre sí, además de nos dicen que un sistema debe de estar conformado por una entrada, un proceso y una salida.



**a. Condiciones para un sistema**

Tener un objetivo general, dicho objetivo debe expresar todo lo que se quiere lograr con el sistema.

- Un sistema debe estar formado por miembros que trabajen para lograr el objetivo general.
- Los miembros deben aportar valor al sistema.
- Diferenciarlas entradas, el proceso y las salidas del sistema.

**b. Tipos de sistemas**

De acuerdo con Dounce (2014), nos dice que considera que existen 2 tipos de sistemas: abierto y cerrado.

- **Sistema abierto:** Este sistema hace relación o enlaza todo lo que nos rodea en el medio ambiente lo cual nos sirve para laborar o efectuar alguna acción.
- **Sistema cerrado;** Por otro lado este tipo de sistema es todo lo contrario al sistema abierto ya que este sistema no se relaciona con su entorno o el medio ambiente, es decir no tiene contacto con los que no sean parte de su sistema.

### 1.7.2.2. Gestión

Para Camison, Cruz y Gonzales (2006), definen a la gestión como una organización que controla la coordinación de actividades o procesos de una empresa.

Entonces se puede decir que la gestión o gestionar es un proceso en el cual se manejan una serie de recursos indispensables poder lograr los objetivos de la organización como pueden ser la fuerza laboral, materia prima, maquinaria entre otro.

#### a. Funciones de una Gestión

Para llevar a cabo una buena gestión se deben llevar a cabo estas funciones esenciales del proceso de gestión.

- **Planificar.** Esta función significa que se deben de establecer metas y planes a corto plazo y largo plazo como objetivos de la organización.
- **Organizar.** Otra función indispensable para realizar una buena gestión, la cual se encarga de decidir las funciones de cada uno de los que pertenecen en la organización.
- **Dirigir.** Es una de las funciones que depende de las anteriores ya que si no se concluyen pues no se puede dirigir, esta función se encarga de poner en marcha todo lo planificado.
- **Controlar.** La última función, para poder tener una buena gestión es controlar la cual se encarga de llevar un monitoreo de todos los acontecimientos que sucedan con el fin de obtener un buen trabajo.

## **b. Elementos para una buena Gestión**

De acuerdo con Ogalla (2005), no informa que hay elementos fundamentales que tiene o debería tener bien en claro una empresa para llevar a cabo una buena gestión.

- **Misión.** Este elemento es fundamental dentro de una empresa y es lo primordial que se debe saber, porque al tener una misión bien definida se conoce las necesidades sociales que tiene la organización y si lo conocen todos los trabajadores pues el trabajo es mejor al saber cuál es el fin de la empresa de donde pertenece.
- **Visión.** El segundo elemento importante para que siga creciendo la empresa porque con esto se puede visualizar el futuro de la organización.
- **Valores.** Este tercer elemento es considerado como un conjunto de comportamientos que son como base para un buen trabajo dentro de la empresa, además que la misma organización tiene que generar y cultivar los valores y comportamientos que sean únicos para diferenciarse de las demás organizaciones.
- **Liderazgo.** Es fundamental para la organización porque ayuda a organizar y establecer nuevos propósitos y mejoras, un líder no solo hace eso sino que además hace cambiar la cultura de trabajo de la organización.
- **Comunicación.** Con este elemento se hace que generen actitudes positivas y cambien de comportamiento todos los trabajadores, sobre todo sirve como un medio informativo para resolver dudas generadas durante la estadía dentro de la organización.
- **Reputación social corporativa.** En primer lugar se dice que la reputación social debe estar si o si para una organización, se considera que al tenerla tiene una ventaja competitiva, pero esto lo tiene que lograr cuando la empresa tenga bien definido y establecido los valores en la empresa.
- **Innovación.** Esto es generado por el pensamiento amplio que tienen todos los trabajadores y que fueron aceptados por la empresa para el beneficio de esta misma,

existen también tipos de innovación los cuales son: Innovación en el proceso, en el producto e innovación tecnológica.

- **Política y estrategia.** Es finalmente una manera de poder alcanzar los objetivos, misión y visión de una organización ya que se debe respetar las políticas establecidas por la empresa.

### **1.7.2.3. Sistema de gestión**

Según describen Camison et al. (2006), un sistema de gestión sería el mismo que puede a la vez establecer objetivos y lograrlos. Y así también nos describen que el sistema de gestión de una organización está conformado por la unión de elementos importantes como: estrategias, objetivos, políticas, estructuras, recursos y capacidades, métodos, tecnologías, procesos, procedimientos, reglas e instrucciones de trabajo y que con ayuda de una buena planificación y dirección se puede lograr alcanzar los objetivos propuestos.

También nos dice Ogalla (2005), que un sistema de gestión es una herramienta que da pase al control de los efectos económicos y no económicos del proceso productivo de la empresa, es decir que controlar se refiere a alguna situación o circunstancias que ocurren de forma real y verdadera dentro de una empresa.

Además Camison et al. (2006), quienes citan a British Standard Institution (1996) consideran que un sistema de gestión se puede definir como:

“Una composición, a cualquier nivel de complejidad, de personas, recursos, políticas y procedimientos que interactúan de un modo organizado para asegurar que se lleva a cabo una tarea determinada o para alcanzar y mantener un resultado específico.” (p. 346).

Entonces se puede decir que un Sistema de Gestión está basado en normas internacionales que permiten controlar distintas facetas en una empresa, como la seguridad y salud de los trabajadores, la calidad de su producto o servicio antes, durante y después del

proceso que esté utilizando la entidad que lo requiera implementar, los impactos ambientales que pueda suscitar y la responsabilidad social o la innovación.

**a. Beneficios de implementar un Sistema de Gestión**

- Se centra en optimizar las áreas que sean más importantes para la empresa.
- Proporciona un valor añadido para la empresa.
- Reduce costos
- Mejora la productividad de la empresa
- Permite sustraer datos en tiempo real lo cual en la toma de decisiones para corregir fallos y prevenir la aparición de gastos innecesarios.

**b. Etapas de un Sistema de Gestión**

De acuerdo con Camison et al. (2006), hablar de un Sistema de gestión es hablar de hacer mejor las cosas, de ser constantes en nuestras mejoras o soluciones. Para poder implementarlo se deberá seguir las siguientes etapas:

**- Etapa de Ideación**

En esta etapa lo que se trata de hacer es guiar en el proceso de la creación de un Sistema de Gestión mediante las ideas o el más conocido como la lluvia de ideas.

**- Etapa de Planeación**

En esta etapa se definen las estrategias que serán utilizadas, la estructura organizacional que se tener, el personal que se asigne para cada actividad o función, también el tipo de tecnología que se necesitará emplear, el tipo de recursos que se utilizará y por último los diferentes controles que se aplicarán en el transcurso de todo el proceso.

#### - **Etapa de Implementación**

Esta etapa da como referencia a la gestión, la acción y efecto de poder administrar. Pero, en un ámbito empresarial, esto se define el rumbo que toman las decisiones y acciones que se realicen para alcanzar los objetivos propuestos.

En esta etapa es importante resaltar que las decisiones y acciones que se van tomando para llevar a cabo un objetivo, pueden utilizar (estrategias, tácticas, procedimientos, presupuestos, etc.), las cuales deben estar sistémicamente relacionados.

#### - **Etapa de Control**

Esta etapa nos permite verificar, medir o evaluar una actividad o proceso, en la cual no va indicar si se está cumpliendo con sus objetivos o están alcanzando los resultados que se estimaron.

#### c. **Niveles de un Sistema de Gestión**

Según Ogalla (2005), considera que las empresas tienen un nivel de maduración a través del tiempo desde sus inicios de funcionamiento hasta llegar a la mejora absoluta, el cual dichos niveles son:

- **Nivel 1.** En este nivel están las **empresas de calidad no certificada** que no utilizan ningún modelo de gestión, tampoco disponen de una definición por escrito de sus procesos y no utilizan indicadores y solo saben si ganan o pierden.
- **Nivel 2.** En este nivel están las **empresas de calidad certificada**, que sí disponen de una definición de sus procesos y disponen también de un certificado ISO. En su mayoría dichas empresas ponen mucho más énfasis en la eficacia de los procesos que necesitan desarrollar.
- **Nivel 3.** En este nivel están las empresas que están certificadas de calidad y que incluyen en su gestión algunos principios fundamentales de ISO. Así como les importa la eficacia también les importa crear una buena y nueva cultura empresarial. Se denominan **empresas de calidad certificadas- gestionada**.

- **Nivel 4.** En este nivel las empresas son consideradas de calidad certificada gestionada, trasciende mucho la gestión, cuidan mucho la competitividad se denominan **empresas con gestión global**.
- **Nivel 5.** En este nivel están las empresas comprometidas con la responsabilidad social, las cuales desarrollan su imagen de marca con esa nueva cultura.

**d. Tipos de Sistema de Gestión**

De acuerdo al tema de investigación del proyecto, se ha tomado en cuenta del Sistema de Gestión de la calidad ya que es lo que se quiere fomentar en esta investigación.

- **Sistema de Gestión de la Calidad**

Con respecto a este tipo de Sistema de Gestión para Camison et al. (2006), el SGC es como un Sistema de gestión que sirve para direccionar y controlar una organización basándose fundamentalmente en la calidad, también consideran que está conformado por un conjunto de actividades, procesos que tiene una organización.

- **Ejes de Sistema de Gestión de la Calidad**

Nos mencionan Camison et al. (2006), que el Sistema de Gestión de la calidad tiene tres ejes principales:

El primero es la definición de una serie de procedimientos estandarizados y bien documentados que relatan y fundamentan todos los procedimientos, recursos que se emplean para garantizar la calidad y la elaboración de un producto, como segundo eje tenemos a la realización de la normas del manual de calidad. Y como tercer eje tenemos el cumplimiento de las normas puestas por la organización.

- **Sistema de Gestión de medio ambiente (SGA)**

El Sistema de Gestión Ambiental (SGA) permite incorporar al medio ambiente y a la gestión general de la empresa, dándole un valor estratégico y de ventaja competitiva. Un Sistema de Gestión Ambiental brinda a la empresa una herramienta de trabajo para sistematizar las buenas prácticas realizadas hasta el momento y asegurar su mejora constante.

Además este tipo de sistema incluye la estructura, la planificación, los procesos y recursos que utilizan para desarrollar, implantar, revisar y mantener al día la Política Medioambiental de la organización empresarial.

- **Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el trabajo**

Este sistema hoy en día es la más implementada en las entidades por sus grandes beneficios como brindar un mayor control de los riesgos para la Seguridad y Salud de los Trabajadores (SST), además disminuye siniestros laborales y aumentar la productividad, así como hace que se llegue a cumplir con la legislación vigente en materia de Prevención de Riesgos Laborales (PRL). Sobre todo reduce costes y sanciones administrativas derivadas del incumplimiento de la legislación en materia de la Prevención de Riesgos Laborales (PRL) y fomenta una cultura preventiva utilizando la integración de la Prevención de Riesgos.

- **Sistema de Gestión de Responsabilidad Social**

Este Sistema de Gestión permite para cualquier organización que llegue a la integración de la responsabilidad social empresarial centrándose en su estrategia de negocio. Algunos de los beneficios que brinda su implantación son la integración dentro de la gestión de la empresa de los aspectos económicos-financieros y de buena dirección junto con los ambientales y sociales, también logra la satisfacción de todas las partes interesadas, no solo de clientes y mejora la imagen de la empresa y diferenciarse de la competencia

### **1.7.3. Lean Six Sigma**

#### **1.7.3.1. Lean**

Así como nos informa Lledo, Rivalora, Mercau, Cucchi y Esquembre (2006), Lean es tomado como un pensamiento el cual tomando inicio en la industria automotriz y que por ello es el resultado de la evolución de la mejoras prácticas en las industrias automotrices la cual se aplica especialmente para el desarrollo de nuevos productos y que es vital para la competencia de esta industria.

Según Gutiérrez (2014), define Lean como un proceso esbelto y considera que es una “Filosofía de gestión enfocada a la creación de valor para el cliente mediante la eliminación de las actividades que no agregan valor, maximizando el flujo de los procesos.” (p. 96).

Así mismo Lledo et al. (2006), nos dicen que la idea principal al referirse sobre Lean es que no hayan defectos o desperdicios en un producto o en el proceso productivo.

**a. Objetivo**

Para Martínez et al. (2014), el objetivo del pensamiento Lean es poder encontrar herramientas que nos sirvan de ayuda para eliminar los desperdicios y todos los procesos o actividades que no generen un valor agregado al producto, proceso o servicio

**b. Principios Lean**

De acuerdo a Gutiérrez (2014), quien cita a Womank & Jones (2003), indica que: “Para lograr un proceso esbelto, más que buscar la respuesta en una sola técnica en particular, la clave está en establecer principios básicos que guíen los esfuerzos y acciones enfocados a crear flujo y eliminar el desperdicio (...).

Estos principios proporcionan una guía para la acción, así como para que los esfuerzos en las organizaciones logren superar el caos y la lentitud diaria de los procesos masivos.” (p. 96).

Por otro lado Lledo et al. (2006), nos hablan sobre los principios Lean Thinking es decir “Pensamiento Lean”, como una manera de pensar o de filosofía y que se puede resumir en los 5 principios básicos y son:

- Definir el valor teniendo en cuenta al cliente.
- Identificar en donde se agrega valor y deshacerse de lo que no genere valor como los desperdicios
- Permitir que agregar valor a un proceso o producto sea sin obstáculos.
- Permitir que el cliente o comprador se decida por la calidad.
- Buscar constantemente la mejora.

**c. Ventajas en su aplicación**

De acuerdo con Martínez et al. (2014), consideran que aplicando la filosofía se puede llegar a las siguientes ventajas:

- Obtener 90% en la disminución de tiempos de ciclo de trabajo.
- Lograr un 50% de aumento de la productividad.
- Alcanzar un 80% en la baja de inventario
- Llegar a un 75% de reducción de espacio utilizado para laborar.
- Por ultimo aumentar la calidad final del producto en un 80%.

**1.7.3.2. Six Sigma**

Hablar de Six Sigma o Seis Sigma es hablar de una estrategia de mejora continua de un negocio principalmente enfocado al cliente.

Fue utilizada por primera vez por Motorola en 1987 estuvo a cargo por un equipo de directivos encabezado por el presidente de la compañía Bob Galvin, con la intención de reducir los defectos de productos electrónicos. (Gutiérrez, 2016 p. 296)

Así como explica Pérez (2013), que el Six Sigma surge porque la compañía Motorola estaba teniendo problemas de reproceso y de incumpliendo con las fechas de entrega de pedidos, pero gracias a ello se pudo lograr que Motorola diera la solución de sus fallas como también la eliminación de los desperdicios, creando la filosofía Six Sigma en inglés y en español Seis Sigma el conjunto de herramientas, técnicas y estadísticas que permiten obtener la satisfacción del cliente

**a. Objetivos de Six Sigma**

Nos dice Gutiérrez (2016), que el objetivo de 6 $\sigma$  es lograr procesos con una calidad Seis Sigma eso nos quiere decir saldrá como resultado 3,4 DPMO (defectos por millón de oportunidades).

Además Chase, Jacobs, y Aquilano (2009) definen al DPMO como el número de defectos entre el número de oportunidades de error por unidad así mismo multiplicado por el número de unidades y por un millón.

$$DPMO = \frac{\text{Número de defectos}}{N^{\circ} \text{ de oportunidad de error por und.} \times N^{\circ} \text{ de unidades} \times 1000000}$$

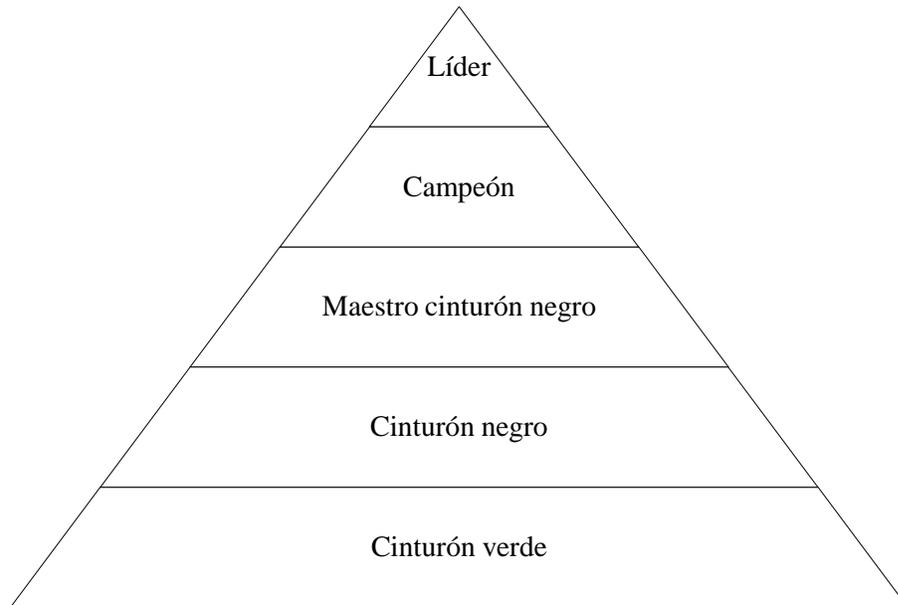
**b. Beneficios de la aplicación de Six Sigma**

Para Pérez (2013), nos da a conocer los algunos de los beneficios que se obtienen a lo largo de la aplicación de Six Sigma en una empresa u organización, como son:

- Mejorar o aumentar la satisfacción del cliente.
- Mejora la rentabilidad.
- Ayuda a mejorar la calidad y eficiencia desde la producción hasta el producto terminado.
- Ayuda a disminuir los costos.

**c. Estructura de Six Sigma**

Para Pérez (2013), el Six Sigma está estructurado de forma humana es decir la aplicación de Six Sigma está conformado por trabajadores de la organización y de los cuales se dividen de acuerdo a sus funciones, algunos lo representan en pirámides o diagramas.



**Figura 2:** Estructura de Six Sigma

Fuente: Elaboración propia

- **Líder.** Para ser elegido un líder debe tener algunos requisitos como ser parte de la gerencia o de la junta directiva.

### **Funciones**

Apoyar los proyectos de mejorar del Six Sigma.

Ayudar en obtener los recursos necesarios para poder llevar a cabo sus proyectos.

Participar en la inspección y supervisión de la metodología Six Sigma.

- **Campeón.** Son considerados como los creadores de la visión de Six sigma, deben ser entusiastas, empeñosos en el proyecto, sobre todo deben conocer a fondo la cultura de Six Sigma.

## **Funciones**

Diseñar y establecer estrategias para la organización.

Llevar a cabo el desarrollo en el área correspondiente.

Asegurarse que un Cinturón negro está realizando su trabajo de una manera correcta.

Informar al líder de todos los acontecimientos que se den en la organización.

- **Maestro cinturón negro.** Son conocidos como los expertos de tiempo completo y deben estar capacitados sobre las herramientas y estrategias de Six Sigma, el elegido para ser maestro cinturón negro es el jefe de producción ya que tiene contacto con los operarios directamente.

## **Funciones**

Responsables del desarrollo y fomentación de la filosofía Six Sigma.

Encargado de transmitir las mejoras al líder y al campeón.

- **Cinturón negro.** Son las personas seleccionadas por el maestro cinturón negro que se convierten en líderes, tienen a cargo un equipo. Además son escogidos estratégicamente los cuales son ingenieros que mayormente son los del área de calidad, porque ellos son los que ven y tienen contacto directo con el proceso productivo y el proyecto de mejora.

## **Funciones**

Determinar que herramientas son necesarias para el proyecto de mejora.

Liderar y dirigir directamente a los cinturones verdes.

- **Cinturón verde.** El último escalón y el más importante porque de ellos dependen del análisis de datos o de los resultados que se obtengan con la metodología Six Sigma, porque ellos son los que viven día a día con los procesos y saben que herramienta es necesaria para solucionar algún problema, son conocidos como los ayudantes de los cinturones negro

**Funciones:**

Analizar los procesos de primera mano.

Tomar datos del proceso del área encomendada.

Informar a su mayor inmediato es decir Cinturón negro.

**d. Herramientas analíticas para Six Sigma**

Para Pérez (2013), nos presenta una tabla en donde nos describe sencilla y rápidamente las herramientas que se utiliza según cada criterio de la mitología Six Sigma (DMAIC) y algunas de ellas están definidas en la tabla 1, considerando las más utilizadas.

**Tabla 1***Herramientas de Six Sigma*

<b>Fase</b>	<b>Definición</b>	<b>Herramienta o metodología</b>
<b>Definir</b>	Identificar las características críticas de calidad	Diagrama de flujo
		Encuesta
		Tormenta de ideas
<b>Medir</b>	Medir las características críticas de calidad e identificar la característica final	Diagrama de Pareto
		Calculo del nivel Six Sigma
		Histograma
		Rendimiento de un proceso
<b>Analizar</b>	Analizar la característica final y determinar la causa raíz	Diagrama Ishikawa
		Estudio de habilidad o capacidad del proceso
<b>Mejorar</b>	Realizar las mejoras respectivas	Diseño de experimentos
		Tabla anova
		Experimento factorial
		Análisis de interacciones
<b>Controlar</b>	Monitorear las mejora	Graficas de control

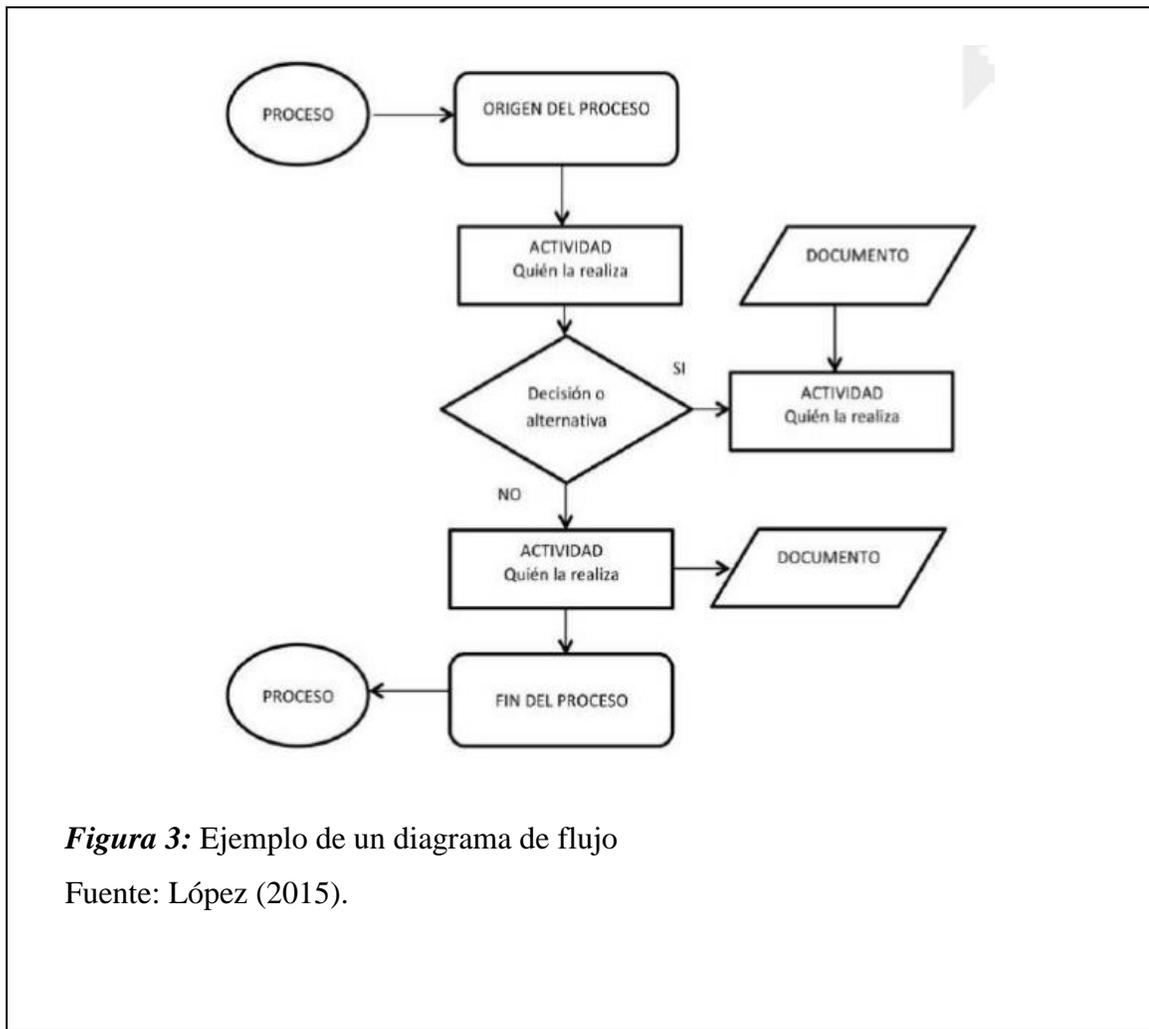
Fuente: Pérez (2013).

Según Chase et al. (2009), las herramientas analíticas que son más utilizadas para Six Sigma y fundamentales para la aplicación de la Metodología DMAIC son las siguientes:

- **Diagrama de Flujo**

Este diagrama es muy utilizado para definir o describir etapas de un proyecto, y es así que también es llamado como mapa de proceso, según (Krajewski et al. 2008).

Para poder graficar el diagrama de flujo es necesario considerar lo que nos dice López (2015), que la simbología para elaborar un flujo grama es fundamental ya que nos ayuda a describir de una manera sencilla y rápida.



**Figura 3:** Ejemplo de un diagrama de flujo

Fuente: López (2015).

- **Graficas de corridas**

Utilizar este grafico es la forma más organizada que se puede presentar actividades, procesos o actividades que realiza una persona o un grupo en un área determinada. Así mismo Krajewski et al. (2008), agrupan en 5 categorías para elaborar graficas de corridas:

**Operación.** Consiste en realizar una actividad, función o una acción para producir o llegar a obtener algo.

**Transporte.** Es la función de movilizar un elemento o varios elementos de un lugar a otro.

**Inspección.** Esto es muy importante porque con la inspección se garantiza que el proceso o producto está realizándose de manera correcta.

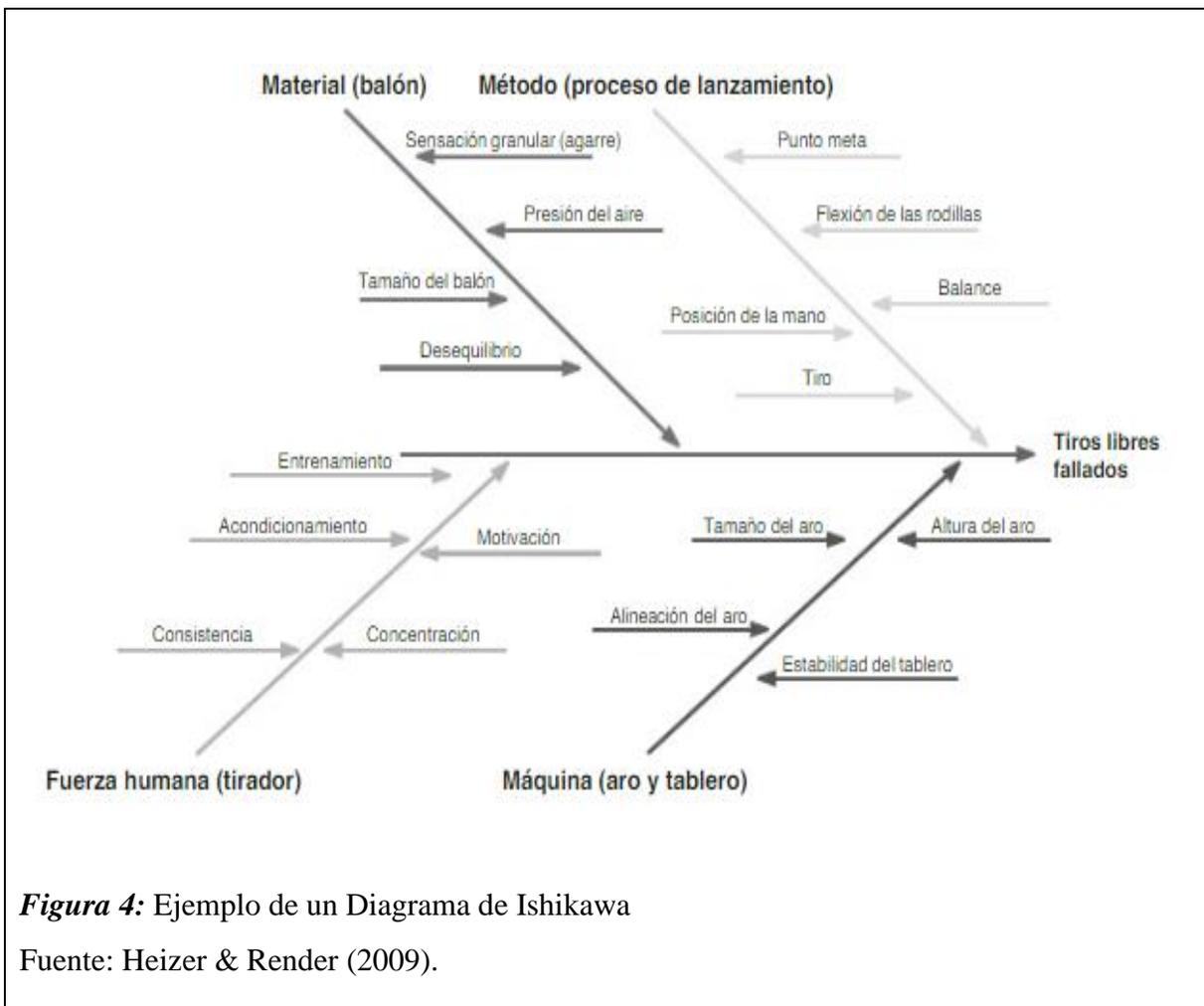
**Retraso.** Se genera cuando en proceso queda estático o parado por algún fallo o falta de abastecimiento de clientes internos.

**Almacenamiento.** Es cuando se empieza a guardar elementos, materia prima permitida para poder almacenarlos y tenerlos por un determinado tiempo.

- **Diagrama de causa y efectos**

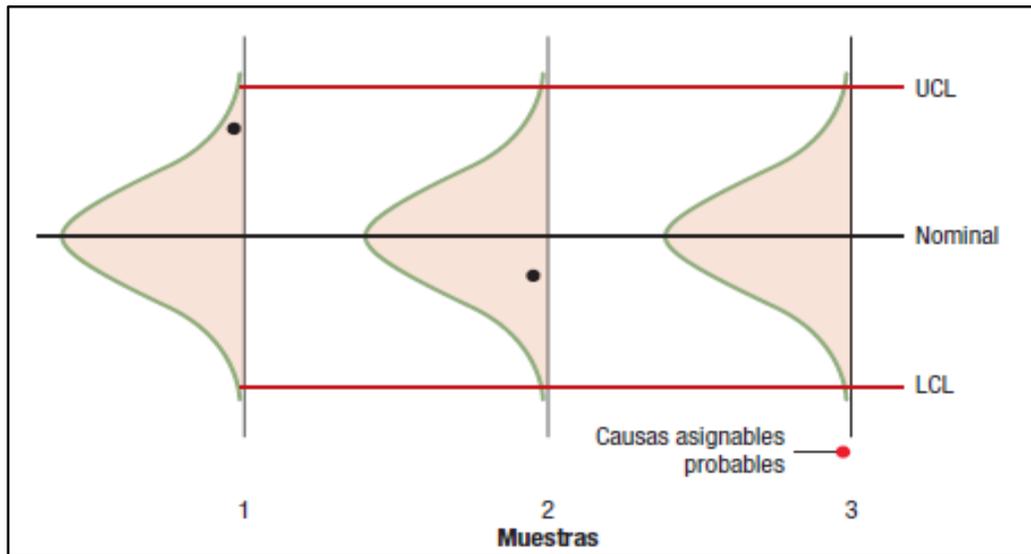
Según nos describe Chase et al. (2009), que este diagrama es conocido también como diagrama de Ishikawa o de espina de pescado, el cual la función principal como su mismo nombre lo relata nos muestra las causas, sub causas eso nos ayuda a encontrar el motivo principal que afecta a la empresa que ocasiona el problema.

Para Heizer et al. (2009), este diagrama lo conocen como Ishikawa o diagrama de espina de pescado, tal cual nos muestra la siguiente figura 4, un diagrama de este tipo es parecida al esqueleto de un pez, y nos representa en este caso un problema cotidiano de control de calidad —tiros libres fallados—. Cada hueso representa una fuente posible de error.



- **Graficas de control**

Para Krajewski et al. (2008), Una gráfica de control está conformada por un valor nominal o línea central que puede ser el promedio histórico del proceso y dos líneas límites basándose en el muestreo de la medida de calidad, es decir la línea más alta ese límite de control superior (UCL) y la línea inferior es límite de control inferior (LCL), como se muestra en la figura 5.



**Figura 5:** Ejemplo de un Gráfico de control

Fuente: Krajewski, Ritzaman & Malhotra (2008).

### 1.7.3.3. Lean Six Sigma

Nos comenta Gutiérrez (2016) quien cita a Snee (2010), que la clave está en cómo utilizar un enfoque integrado, y propone crear un Sistema integrado para la gestión de proyectos en lugar de sistemas separados para proyectos de Six Sigma o Lean. Es conocido también como Six Sigma Esbelto el cual es una estrategia de mejora de los negocios que integra la unión o fusión de dos enfoques: Lean y Six Sigma.

Lean Six Sigma no solo es considerado como un programa para mejorar una organización, si no también se centra en solucionar los problemas desde los más críticos y esto es posible con la ayuda de análisis de datos de la organización y un compromiso directo con la gerencia.

### **1.7.3.3.1. Herramientas de Lean Six Sigma**

#### **A. Metodología 5S**

Según Galgana (2004), el nombre de la 5S se deriva de 5 palabras en japonés, Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke y que en español significan separar o clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina.

La metodología 5S hoy en día es considerada una herramienta básica y fundamental para empezar a implementar cualquier otra mejora en una empresa, además es adaptable a todo tipo de rubro.

Así como indica Gutiérrez (2014), El enfoque primordial de la Metodología 5S desarrollada en Japón es que para que haya calidad se requiere antes que todo orden, limpieza y disciplina. (p.110). Cada S nos quiere decir lo siguiente:

- **Seleccionar (Seiri)**

Para Gutiérrez (2016), esta primera fase consiste en seleccionar, clasificar o eliminar objetos o elementos de acuerdo al área de trabajo o proceso que esté realizando. Es decir que la aplicación de esta primera S, es aprender a desprenderse de las cosas o dejar de lado el “por sea caso”.

- **Ordenar (Seiton)**

El orden una fase primordial para la metodología 5S y según Gutiérrez (2016), nos quiere decir que esta fase se debe mantener y conservar cada cosa o elemento en su ubicación ideal.

- **Limpiar (Seiso)**

En esta fase Gutiérrez (2016), nos describe como una fase de prevención a la suciedad y al trabajo inseguro, además no solo consiste en limpiar todas las áreas si no darse cuenta y poder hallar la causa del porque los procesos no se encuentran ( clasificados , ordenados o limpios).

- **Estandarizar (Seiketsu)**

En esta fase nos dice Krajewski et al. (2008), que se establecen programas y métodos para realizar las labores de limpieza y clasificación es decir se formaliza el orden y la limpieza por medio de inspecciones o supervisiones con regularidad para que la 3 primeras S se sigan cumpliendo y manteniendo continuamente.

Para Galgana (2004), la cuarta S es sinónima de realizar un trabajo estándar en todos los procesos o áreas de trabajo de la empresa.

- **Disciplina (Shitzuke)**

Según nos describe Gutiérrez (2016), a última fase y la parte más importante del proceso de aplicación de las 5s, es la disciplina y se refiere a que se debe de mantener las normas y cumplir los procedimientos al pie de la letra, es decir una mejora continua, que no tenga fin.

- a. Objetivos de la Metodología 5S**

Para Galgana (2004), el objetivo principal de implementar las 5S es de definir y estandarizar áreas o puestos de trabajo en óptimas condiciones, dando así que se pueda detectar y verificar fácilmente los problemas que se presenten en la empresa.

- b. Beneficio al aplicar 5S**

- Con respecto a Krajewski et al. (2008), indica que implementar las 5S trae consigo beneficios los cuales son:
  - Mejora las entregas, respetando las fechas de envío de pedido.
  - Aumenta la productividad
  - Mejora la calidad de los productos en proceso y terminados.
  - Promueve un trabajo seguro.

## **B. TPM**

TPM en sus siglas en inglés Total Product Maintenance y en español Mantenimiento Productivo Total es una herramienta fundamental e importante si de mejora continua se quiere plantear en una empresa.

Según Galgano (2004), define al TPM como una filosofía de mejora continua y los que intervienen en dicha mejora son todos los trabajadores de una empresa como operarios y supervisores, además de los que dan mantenimiento a las máquinas, es por ello que es importante el trabajo en equipo porque eso ayuda a que todos aprendan a solucionar algún problema o defecto de una máquina y puedan cooperar todos.

Por otro lado para Sacristán (2001), el TPM tiene como finalidad eliminar fallos e incidentes y defectos, esto permite mejorar la eficiencia del proceso productivo, además de reducir costos, con lo que mejorará la productividad.

### **a. Objetivos**

- Para Sacristán (2001), implementar el TPM en una empresa se tiene como objetivo principal lograr la mejora continua y los específicos serían:
- Eliminar los problemas de equipos y maquinarias.
- Cambiar los comportamientos de los trabajadores, teniendo una nueva cultura mejorando la limpieza y trabajo en equipo.
- Solucionar los problemas que nadie podía resolverlos o no se interesaron en resolver como por ejemplo, fallas en los equipos, cambios de herramientas.
- Aumentar la productividad por medio de mejorar con el rendimiento del personal y reducción de costos.
- Mejorar la imagen de la empresa.

Además Galgano (2004), considera un objetivo del TPM a la eficiencia como un indicador global porque en los últimos tiempos, el cliente se basa en la calidad de los productos este indicador es conocido por siglas en inglés Overall equipment effectiveness (OEE) y en

español nos quiere decir Eficiencia Total de la Instalación, lo cual el TPM hace que el OEE llegue a mejorar todo lo que concierne a las maquinarias por ejemplo paradas de máquinas, mantenimiento de las mismas con la finalidad de prevenir los problemas durante el proceso productivo de una línea de producción.

### **c. Factores del TPM**

De acuerdo con Sacristán (2001), el TPM no es una simple herramienta, y no se basa en un solo punto como son las maquinas o equipos si no que considera 4 factores importantes para la implementación de TPM:

- Trabajadores / organización
- Materiales (entradas al proceso)
- Maquinaria/ medios
- Productos finales (salida del proceso).

Según lo mencionado se considera a la fuerza laboral un factor porque son fundamentales para el cambio porque tienen el contacto directo con maquinaria o problemas relacionados al proceso productivo y sobre todo porque serán los primeros en recibir el cambio, otro factor mencionado son los materias porque sin ellos no podrían producción o empezar la producción, también otro factor son las maquinarias o medios utilizados en el proceso productivo de un producto dado y por último el producto final el cual es el resultado y reflejo si se trabajó con eficiencia y calidad durante la producción de un producto.

### **d. Principios del TPM**

De acuerdo a Galgano (2004), considera 4 principios base para poder implementar el TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Obtener un sistema de mantenimiento fiable, capaz de impedir paradas frecuentes en las instalaciones: Esto nos quiere decir que es preferible y realizar un sistema de mantenimiento para la disminución de paradas innecesarias que comprar una mejor maquinaria ya que muchas

veces las empresas no quieren invertir, ni aumentar sus costos para compensar las paradas de las máquinas.

El operario es la persona que mejor conoce la máquina: De acuerdo al segundo principio se considera que el operario es parte fundamental para brindar alguna solución, o dar alguna propuesta de mejora no solo de la maquinaria sino también del ambiente en donde se encuentra laborando.

Limpieza, lubricación, ajuste e inspección son elementos fundamentales para la reducción del número de problemas: En este principio nos quiere decir que la limpieza es punto inicial para la aplicación del TPM, lo cual permite que la inspección se logre sin ningún retraso. El desgaste o averías de las maquinarias son ocasionados muchas veces por el polvo, pérdida de aceite entre otros los cuales pueden ser solucionados con una programación de limpieza, lubricación y una verificación preventiva antes de que el problema suceda.

Mantener el coste de mantenimiento bajo control: Con respecto al último principio considerado por Galgana (2004), no dice que el TPM no pretende invertir, si no seguir manteniendo sus mismos costos de mantenimiento de mejora trabajando con lo que tienen.

**e. Ventajas de implementar TPM**

- Alarga la vida útil de la maquinaria.
- Mejora la producción, ya que al no haber problemas durante la línea del proceso productivo, aumentara la capacidad productiva y con ello mejor también el costo del producto.
- Aumenta la productividad con la mejora de la eficiencia a un 50- 60%.

**f. Etapa de la implementación del TPM**

Según Lefcovich (2009), considera que hay una serie de etapas y fases que se deben pasar para realizar la implementación del TPM y son:

- **Preparación.** Con esta etapa se da inicio a la implantación del TPM y empieza en la toma de la decisión de querer aplicar el TPM en la organización, además de realizar una serie de campañas fomentando sobre la herramienta y junto con eso formar un comité el cual ayudara para analizar la actualidad de la empresa y a planificar metas.
- **Implantación.** Esta segunda fase consiste en implantar y fomentar una nueva cultura a toda la fuerza laboral con capacitaciones, motivándolo y haciéndolo parte del cambio. Además de aplicar los mantenimientos correspondientes planificados por el comité de la organización.
- **Evaluación.** Esta etapa se encarga se analizar todos los resultados obtenidos después de haber aplicado y planificado el TPM.
- **Estandarización.** Esta fase es la última y a la vez da inicio a otro a la mejora continua, es decir se encarga de estandarizar todos los resultados y que sean resultado de la aplicación del TPM. Lo que se quiere lograr es hacer que los recursos lleguen a tener una mayor vida útil y que las mejoras sean continuas.

**g. Aplicación de los pilares**

Para Lefcovich (2009), sostiene que hay actividades principales que el TPM utiliza son más conocidos como pilares y son:

- **Mantenimiento Autónomo.** Es la primera actividad que considera de suma importancia la intervención de los operarios en el mantenimiento de maquinarias, es por ello que se denomina mantenimiento autónomo porque son los mismos operarios quienes realizan las tareas fundamentales como la inspección, lubricación o algunos ajustes del momento.
- **Aumento de la efectividad del equipo mediante la eliminación de averías o fallos.** Esta actividad se realiza como medida de prevención para que no ocasione más adelante algún problema y no halla paradas de producción.

- **Mantenimiento planificado.** Esta actividad consiste en realizar un programa de mantenimiento para ver el progreso de cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y entre otros problemas, el programa debe de estar a cargo del departamento de mantenimiento.
- **Prevención de mantenimiento.** La finalidad de esta actividad es optimizar los equipos y reducir los costos de mantenimiento, como su mismo nombre lo dice prevenir el mantenimiento genera fácil operación y estable además de una elevación de niveles de economía y seguridad y riesgos de contaminación.
- **Mantenimiento Predictivo.** Esta actividad se basa en detectar y diagnosticar defectos con tiempo, con la finalidad de poder corregirlos y evitar paradas de máquinas, de producción o accidentes entre otros beneficios son el ahorro de costo de mantenimiento, disminuir o eliminar los retrasos lo que con lleva una mejor relación con los clientes. Y para realizar este mantenimiento predictivo se puede utilizar muestras de lubricantes.

También existen más pilares:

- **Actividades de apoyo.** Este principio es aplicado en todos los departamentos de una empresa, el objetivo principal es poder eliminar algunas pérdidas de recursos utilizados.
- **Gestión de seguridad y entorno.** Para este principio se debe trabajar con todos los trabajadores y que estén comprometidos de mejorar con el fin de que las funciones laborales se realicen de forma segura y correcta.

### C. SMED

De acuerdo con García (1989), SMED son siglas en ingles que significan (Single Minute Exchange of Die), el cual es interpretado a que las paradas que realizan los operarios a las maquinas en cambios de herramientas, instrumentos o en caso de realizar otra actividad dure a un solo minuto.

Además Hernández (2017), nos dice que SMED es una herramienta que permite reducir los tiempos improductivos en los casos que se realicen cambios de materiales o productos.

Cabe mencionar que esta herramienta fue creada por Shigeo Shingo y nace en su fábrica industrial con el deseo de lograr los cambios o paradas durante la producción y culminar un producto en menor tiempo, dejando atrás los retrasos, demoras en entregas.

Es por eso que se dice que la metodología SMED nace de la necesidad de lograr el famoso JIT que en sus siglas significa (Just in time), el cual da la iniciativa Toyota con la idea de disminuir tiempos en los mantenimientos de máquinas o cambios de algún repuesto o producto con el fin de producir más a menor tiempo.

#### **a. Fases de la Metodología SMED**

Según considera García (1989), que para lograr poner en práctica la metodología SMED se siguen 4 fases siendo ellas las siguientes:

- **Análisis y Fragmentación**, esta fase es la primera que se debe realizar si se quiere aplicar la metodología SMED y consiste en ponerse en contacto con las maquinas en conjunto con los operarios que las manejan para llevar a cabo el proceso de producción en la empresa, es decir llegar a saber el funcionamiento y proceso de manipulación, saber cuándo se hacen cambios de utillaje.

Una vez realizado el análisis se procede a tomar el tiempo en que se demora una función con todos los pasos sin omitir ninguno con el fin de tomar el tiempo real de conlleva realizar una función, ese proceso se debe de realizar en toda la línea de producción.

- **Clasificación de las operaciones**, después de haber realizado el análisis y fragmentado casa función de cada máquina y parada, se procede a la clasificación de las operaciones, las cuales se clasifican en dos tipos de operaciones:

**Operaciones internas.**- Estas operaciones son las que se realizan necesariamente con la maquina parada.

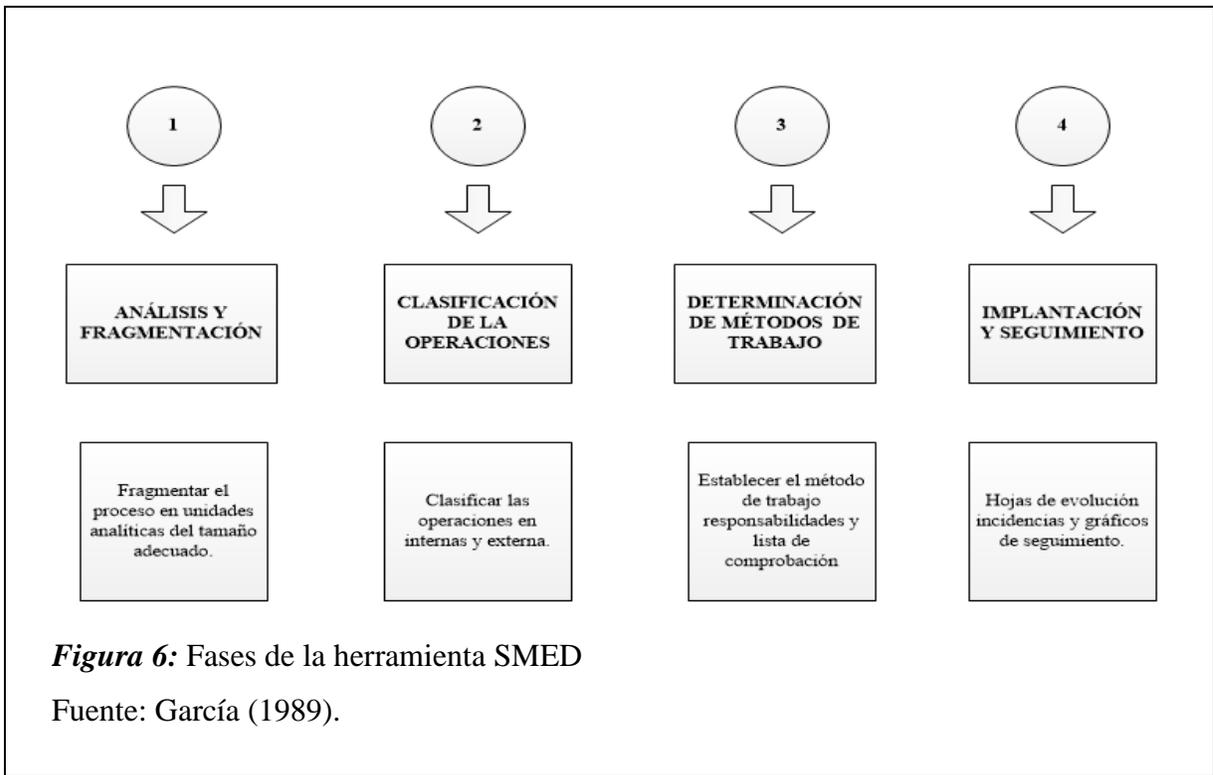
**Operaciones externas.-** En el caso de estas operaciones son las que se pueden generar cuando la maquina se encuentra en funcionamiento o prendida.

Una vez sabiendo identificar estos dos tipos de operaciones se procede a determinar o clasificar que tipo de operación se realiza con cada máquina, para ello es muy importante que se llegue a observar desde el inicio hasta el final del proceso de la línea de producción.

- **Determinación de métodos de trabajo,** en esta fase lo primordial que resalta es la mejora que se puede dar a las operaciones o procesos que se realizan en cada máquina, es decir dar una mejora sin eliminar pasos fundamentales para la función.

Una ayuda para mejorar los procesos, seria aplicar (Check-list) a cada máquina, con la finalidad de tener a la mano todo lo necesario y darse cuenta con anticipación si la máquina necesita cambio de utillaje o no.

- **Implantación y seguimiento,** esta fase es la última en donde se ya se logra las mejoras y se ponen en práctica lo cual lo hace un poco más complicado porque los operarios tienen que poco a poco ir adaptándose a las mejoras o cambios en los procesos de cada máquina. Además no solo es ponerlo en práctica si no también es de llevar un seguimiento continuo con la finalidad de que la mejoras no se pierdan en el camino y no vuelvan en lo que se era antes de aplicar la metodología SMED, cabe decir que parte fundamental es el compromiso de cada operario para continuar con las mejoras.



#### D. VSM (Mapeo de la cadena de valor)

Esta herramienta es conocida como mapa de flujo de valor o mapeo de la cadena de valor), el cual consta de ilustración de todo el proceso productivo de un producto, desde el cliente hasta los proveedores, para su análisis dicho mapa debe estar descrito con la mayor veracidad posible es decir tal cual es el proceso o la secuencia con la que se lleva a cabo la producción de un producto y/o servicio.

El VSM, no solo se aplica en empresas procesadoras sino también en donde se brinda servicio ya que ahí también siguen una serie de procesos u operaciones para lograr un objetivo.

**a. Beneficios**

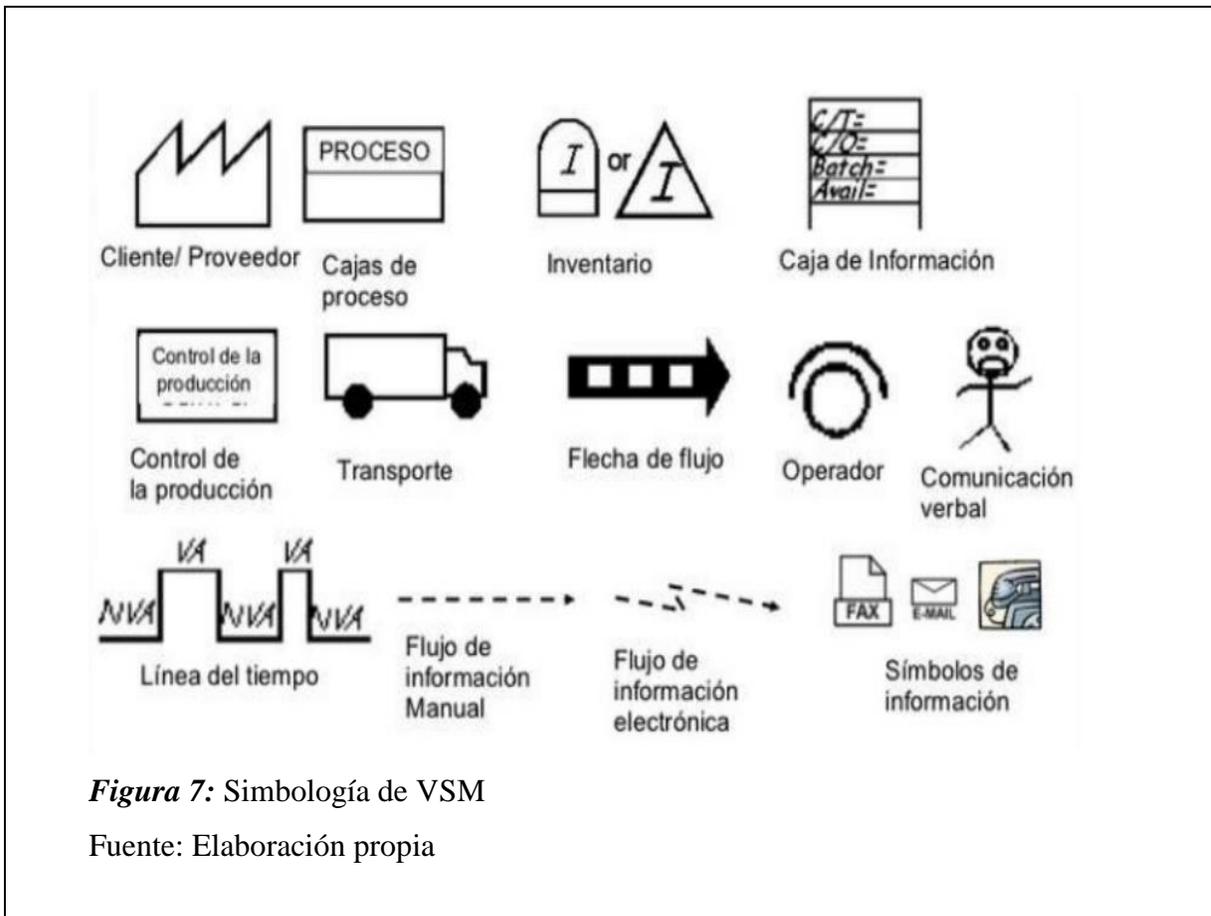
Los beneficios de elaborar el VSM en una empresa son los siguientes:

- Se detectan los cuellos de botella.
- Nacen nuevas propuestas de mejora en los procesos.
- Se da a conocer si la línea de producción es continua o no.
- Ayuda a trabajar con planificación que con improvisación.

**b. Simbología**

Para poder realizar el Mapa de Flujo de Valor se debe conocer e identificar los símbolos ya que existen varios tipos para cada acto o proceso que se quiere dar a conocer en el mapa.

- Símbolos del proceso
- Símbolos de materiales
- Símbolos de información
- Símbolos generales



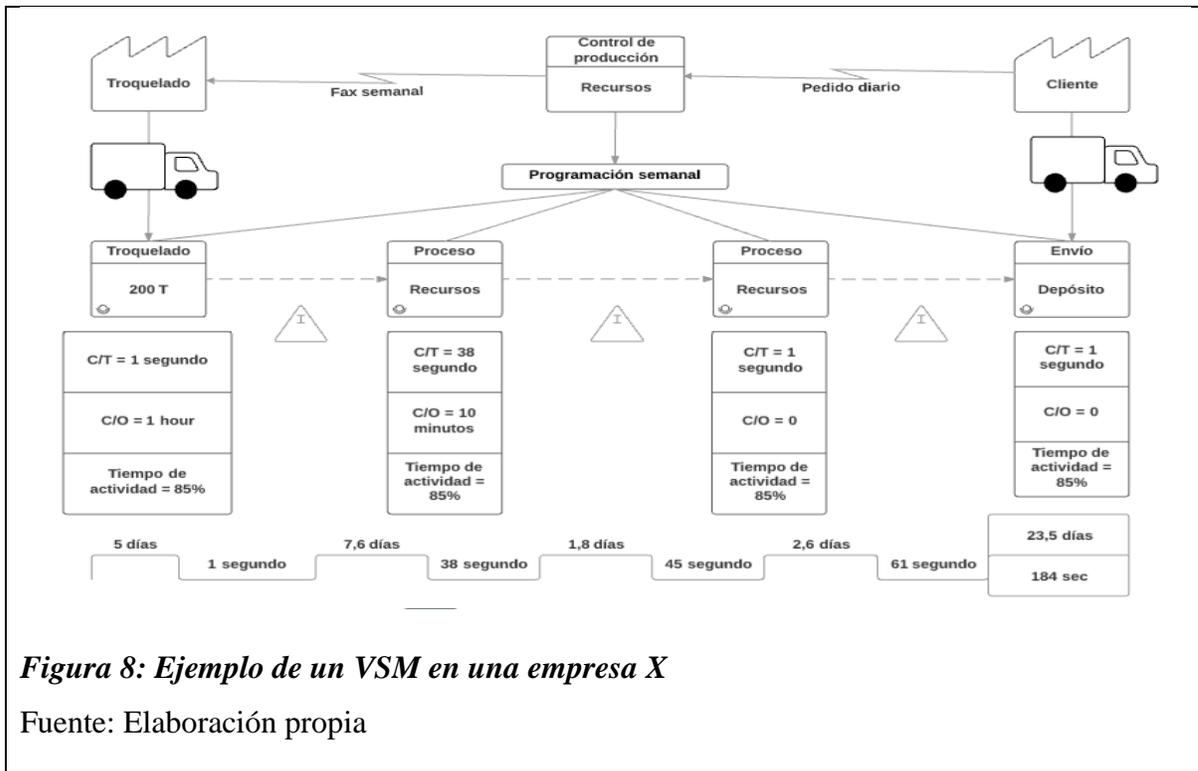
### c. Pasos para hacer un VSM

Para poder realizar un Mapa de flujo de valor se debe seguir los siguientes pasos los cuales son fundamentales para que el VSM exprese todo lo que en realidad se procede en una empresa.

- **Paso 1. En el primer paso se debe** seleccionar una familia de productos, y para poder identificar una familia de productos se suele utilizar un diagrama donde demuestre producto y el proceso que se realiza.
- **Paso 2.** En este paso se realiza la parte más minuciosa que es dibujar el VSM actual se debe hacer el levantamiento del VSM actual, el cual intervienen todos los procesos sin

dejar nada de lado identificando el ciclo, tiempo de proceso, número de operarios, número de horas trabajadas, eficiencia del operario en el proceso.

- **Paso 3.** Una vez identificado los procesos que lleva a cabo la producción de un producto, se procede a analizar a los clientes y proveedores, es decir se debe llevar a cabo una simulación del flujo de la materia prima que se utiliza.
- **Paso 4.** Dibujar el VSM futuro, dibujar el mapa del flujo de información entre el cliente y la empresa, entre la empresa y proveedores y entre el departamento de planificación y los procesos de producción.
- **Paso 5.** Calcular el Lead Time total del producto y el Lead Time de proceso. En este momento se habrá conseguido entender el mapa del flujo de valor del estado actual (VSM actual) y el análisis del mismo permitirá reconocer las áreas con problemas.
- **Paso 6.** El siguiente paso es diseñar el mapa del flujo de valor de la empresa futuro con un enfoque de producción ajustada se deben hacer cambios los cuales deben estar plasmados en un plan de acción, hacerle seguimiento hasta alcanzar el estado futuro, una vez alcanzado este estado, se inicia el proceso.



## E. DMAIC

Esta metodología es fundamental si se quiere aplicar Six Sigma en una empresa. Según Chase et al. (2009), el ciclo DMAIC es una versión más detallada de PDCA de Deming el cual consta en 4 pasos: planear, desarrollar, controlar y actuar que son la base del mejoramiento continuo (el mejoramiento continuo también conocido como Kaizen). (p. 314).

Al respecto Krajewski et al. (2008), menciona que este modelo está conformado por 5 pasos a seguir rigurosamente si se quiere lograr el “cero defectos”:

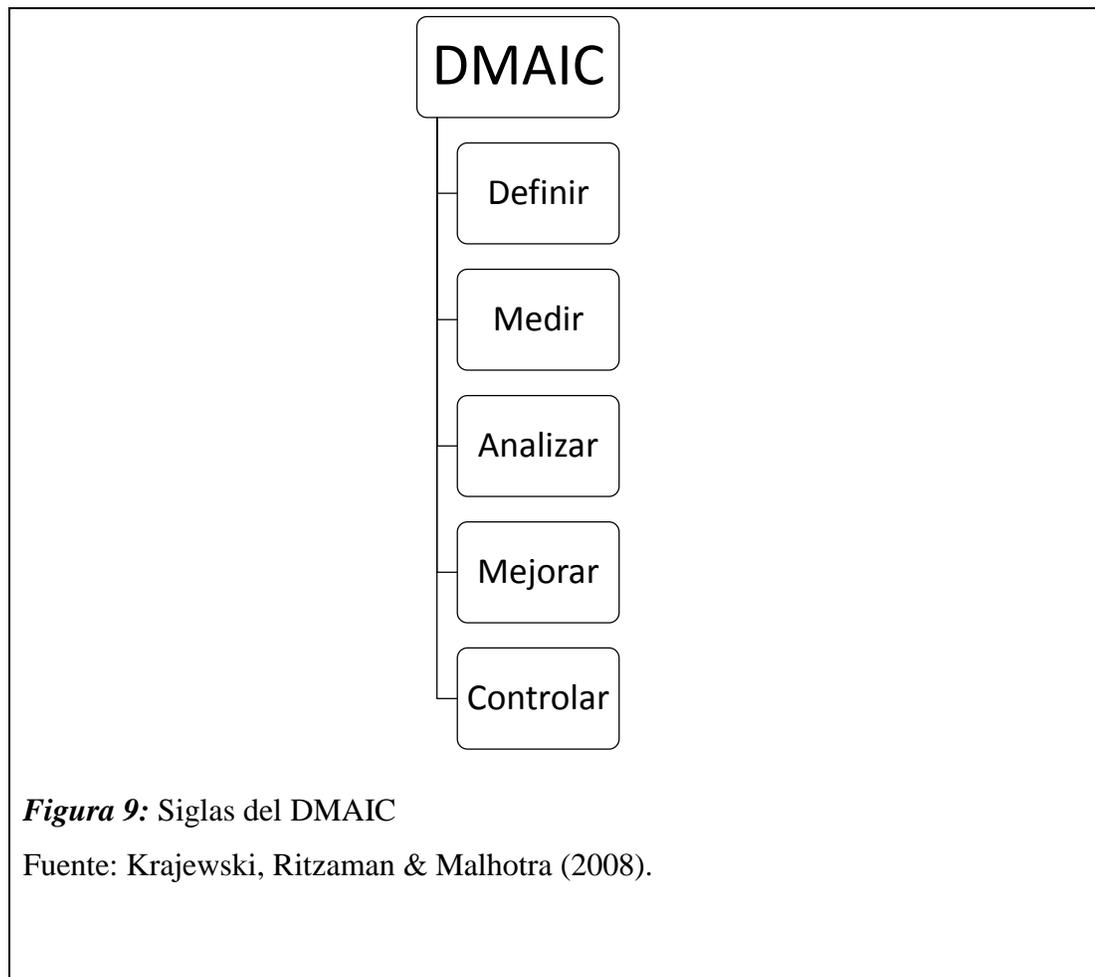
**Definir.** Determine las características de los productos del proceso que son cruciales para la satisfacción del cliente e identifique las brechas entre estas características y las capacidades del proceso (...) Para darse una idea del estado actual del proceso, documéntelo usando diagramas de flujo y gráficos de proceso.

**Medir.** Cuantifique el trabajo realizado en el proceso que afecta la brecha. Seleccione qué medir, identifique las fuentes de datos y prepare un plan recopilación de datos.

**Analizar.** Use los datos de las mediciones para realizar un análisis del proceso, que puede centrarse en el mejoramiento incremental o el rediseño radical del proceso. Use herramientas de análisis de datos, como los gráficos de Pareto, diagramas de dispersión y diagramas de causa y efecto.

**Mejorar.** Modifique o rediseñe los métodos existentes para alcanzar los nuevos objetivos de desempeño. Implemente los cambios.

**Controlar.** Monitoree el proceso para asegurar que se mantengan los altos niveles de desempeño. Una vez más, las herramientas de análisis de datos, como los gráficos de Pareto, gráficos de barras y diagramas de dispersión, así como las herramientas de control estadístico de procesos pueden usarse para controlar el proceso. (p, 233).



**Figura 9:** Siglas del DMAIC

Fuente: Krajewski, Ritzaman & Malhotra (2008).

# CAPÍTULO II

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Tipo y diseño de la investigación

#### Tipo de investigación

Investigación descriptiva, porque se describió todo lo que se puede someter a un análisis y aplicada porque se puso énfasis en analizar hechos reales y dar soluciones prácticas basadas en teorías relacionadas al tema.

#### Diseño de investigación

Diseño no experimental y cuantitativas.

### 2.2. Métodos de investigación

#### a. Métodos de investigación

Para realizar este proyecto de investigación se tomó en cuenta los siguientes métodos:

- **Método Deductivo.** Este método nos permitirá definir la realidad actual que atraviesa la fábrica Maderera Nuevo Perú S.A.C, con ayuda de resultados o reportes de producción y el uso de cálculos de la productividad de los recursos que sean necesarios utilizar es decir productividad parcial o de un solo factor, así mismo el cálculo de la productividad total o también llamada productividad de múltiples recursos. Los resultados se derivan de las consecuencias individuales o conclusiones generales aceptadas, en este caso de los resultados de la producción.

### 2.3. Población y muestra

#### a. Población

Las zonas del proceso productivo de pallets las cuales son aserrado, dimensionado, impregnado o curado, secado, y armado.

**b. Muestra**

Las zonas del proceso productivo de pallets las cuales son aserrado, dimensionado, impregnado o curado, secado, y armado.

**2.4. Variables y Operacionalización**

**Variable Dependiente:** Mejorar la productividad del proceso productivo de pallets de la fábrica Maderera Nuevo Perú S.A.C, el donde se considera como indicadores de la productividad a la mano de obra, materia prima y productividad total, los cuales tienen relación con el producto terminado, así mismo estos indicadores ayudaran para ver cómo va el proceso de mejoramiento.

**Variable Independiente:** Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma, tomando como herramientas de Lean a la Metodología 5S, además de utilizar solo dos pilares del TPM como son el mantenimiento autónomo y el mantenimiento preventivo. Con respecto al Six Sigma se trabajó con la metodología DMAIC, los cuales son seleccionadas para mejorar la productividad de la empresa.

**Tabla 2**

*Operacionalización de la variable dependiente*

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	
			TECNICAS	INSTRUMENTOS
	Productividad de Mano de obra	$\frac{\textit{Producción total}}{\textit{Costo de MO}}$		
<b>Mejora de la productividad</b>	Productividad de Materia prima	$\frac{\textit{Producción total}}{\textit{Costo de Materia prima utilizada}}$	Análisis documentario	Guía de análisis documentario
	Productividad de la maquinaria	$\frac{\textit{Producción total}}{\textit{Costo de Maquinaria utilizada}}$		
	Productividad Total	$\frac{\textit{Producción total}}{\sum \textit{Recursos utilizados}}$		

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3**

*Operacionalización de la variable independiente*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	SUB DIMENSIONES	INDICADOR	TECNICAS E INSTRUMENTACION DE RECOLECCION DE DATOS	
				TECNICAS	INSTRUMENTOS
<b>Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma.</b>	<b>DMAIC</b> <b>(Definir, medir, analizar, incrementar, controlar).</b>	Defectos	Numero de defectos	Observación directa	Guía de observación
		Definir	Aceptación de productos óptimos		
		Medir	Aplicación Normas de medición		
		Analizar	Causa de errores		
		Mejorar	Implementación de mejoras		
		Controlar	Normas de calidad		

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4***Operacionalización de la variable independiente*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	SUB DIMENSIONES	INDICADOR	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	
				TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<b>Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma.</b>	<b>TPM (Mantenimiento total Productivo)</b>	Mantenimiento autónomo	Integración trabajo – operador	Análisis documentario	Guía de análisis documentario
		Mantenimiento Preventivo	Disminución de paradas de máquinas inesperadas.	Encuesta	Cuestionario

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5**

*Operacionalización de la variable independiente*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	SUB DIMENSIONES	INDICADOR	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	
				TECNICAS	INSTRUMENTOS
<b>Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma.</b>	<b>5 S</b>	Eliminar (Seiri)	Clasificación lo necesario	Observación directa	Guía de observación
		Ordenar (Seiton)	Buena Organización		
		Limpiar (Seiso)	Planificación de limpieza	Encuesta	Cuestionario
		Estandarizar (Seyketsy)	Toda la empresa se comprometa con el cambio		
		Autodisciplina (shitzuke)	Mejora continua		

Fuente: Elaboración propia

## 2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente tabla describimos las técnicas que se utilizaron, con sus respectivos instrumentos:

**Tabla 6**

*Técnica e instrumentos de la recolección de datos*

<b>Técnica a usar</b>	<b>Uso de las técnicas</b>	<b>Instrumento a usar</b>	<b>Área / Responsable</b>
<b>Análisis Documentario</b>	¿Qué documentos se utilizará y con qué finalidad?	Guía de análisis documentario	Producción Registros de la producción de pallets
<b>Entrevista</b>	¿Quién será el entrevistado y con qué finalidad?	Cuestionario	Producción Gerente General: Ricardo Requejo Linares
<b>Encuesta</b>	¿Quién(es) se aplicará la encuesta y con qué finalidad?	Cuestionario	Producción Operarios de proceso de producción de pallets
<b>Observación directa</b>	Definición del recojo de información	Guía de observación Hoja de control	Producción Producción

Fuente: Elaboración propia.

## 2.6. Validación y confiabilidad de instrumentos

**Validación.** Se realizó la validación de los instrumentos utilizando la técnica de juicio 3 de expertos.

**Confiabilidad.** Se realizaron cálculos estadísticos para la determinación del nivel de consistencia interna de los instrumentos de recolección de datos.

# CAPÍTULO III

### III. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. Diagnóstico de la empresa

##### 3.1.1. Información general de la empresa

A continuación se presenta la información general de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C.

**Tabla 7**

*Información de la empresa*

<b>RUC</b>	20600372336
<b>Razón social</b>	MADERERA NUEVO PERU S.A.C.
<b>Tipo Empresa</b>	Sociedad Anónima Cerrada
<b>Condición</b>	Activo
<b>Fecha Inicio Actividades</b>	01 / Mayo / 2015
<b>Actividad Comercial</b>	Otras Actividades Empresariales Ncp.
<b>CIU</b>	74996
<b>Dirección Legal</b>	Mza. a Lote. 0012 Z.I. Parque Industrial
<b>Distrito / Ciudad</b>	Pimentel
<b>Provincia</b>	Chiclayo
<b>Departamento</b>	Lambayeque, Perú

Fuente: Elaboración propia

#### Misión

Ser la mejor empresa de la Región Lambayeque, en la producción, distribución y exportación de productos de embalaje. Y ser la única empresa de la región que cuente con una

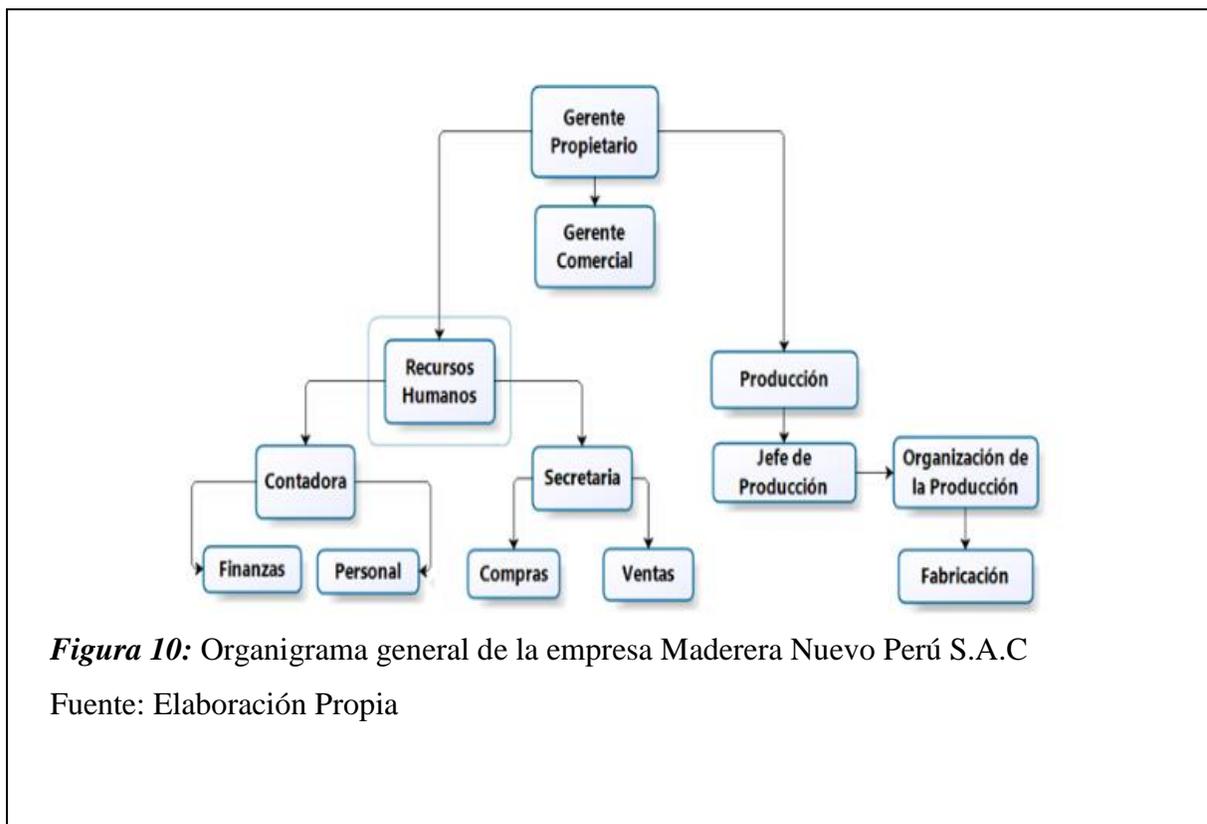
planta de tratamiento de embalaje que va acorde con la norma Internacional NIMF N°15 certificada por SENASA ,con el único objetivo de cuidar el medio ambiente y materia prima requerida, además de brindar un servicio de calidad a nuestros proveedores y clientes.

### Visión

Ser la mejor y primera opción para nuestros proveedores y clientes a Nivel Nacional, con un gran reconocimiento en el mercado por nuestra eficiencia, compromiso y calidad, que brindamos en la producción de embalajes, contribuyendo así con el cuidado del Medio Ambiente y Recursos Naturales, gracias a nuestro buen uso de la materia prima requerida y los estándares de calidad utilizados.

### Organigrama general

A continuación se presenta el organigrama general de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C.



**Figura 10:** Organigrama general de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.1.1. Materia prima e insumos

#### a. Materia prima

La empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, se dedica a la producción de pallets de madera, la cual es su principal materia prima, la producción se realiza de acuerdo a pedido y al tipo de madera que el cliente lo solicite mayormente se trabaja con dos tipos de madera que son detallados a continuación:

#### **Madera Pino Radiata**

Este tipo de madera es muy comercial y es traído de nuestros proveedores de la ciudad de Cajamarca. La madera llega en cuarterones de hasta 8 pies de largo.



**Figura 11:** Cuarterones de madera Pino radiata

Fuente: Elaboración propia.

#### **Madera Capirona**

Este tipo de madera es traída de la ciudad de Iquitos, es menos comercial en la producción de pallets, en Lambayeque pero todo depende de los clientes que lo soliciten. Esta madera llega hasta 12 pies de largo.



*Figura 12:* Madera de la selva

Fuente: Elaboración propia.

## **b. Insumos**

Con respecto a los insumos que utiliza la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, para el proceso de producción de pallets, son los siguientes:

### **Preservantes**

Este preservante es líquido y es de uso externo que va directamente a las tablas antes de secar, se utiliza como protección para las tablas de los hongos, bacterias y plagas que podría obtener las tablas.

**Tabla 8**

Preservante para las tablas AntiAzul 540

<b>Preservante anti manchas para madera recién aserrada</b>	
<b>Nombre</b>	AntiAzul 540
<b>Tipo de químico</b>	Líquido
<b>Uso</b>	Disolución con agua para su uso manual.

Fuente: Elaboración propia.



### Clavos de acero

Los clavos realizan una tarea muy importante ya que gracias a ellos se puede armar los pallets, la empresa utilizan los clavos de tipo rollo, además tiene punta de diamante para reducir astillamiento de la madera.

**Tabla 9**

*Características de clavos de acero*

Características de los clavos de acero	
<b>Largo</b>	75 mm
<b>Diámetro de cabeza del clavo</b>	8mm
<b>Diámetro de cuerpo del clavo</b>	2.5 mm
<b>Cantidad de clavos por rollo</b>	900 unid

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 14:** *Clavos de acero en rollo para las pistolas a presión.*

Fuente: Elaboración propia

### **Lija en rollo**

La lija es utilizada para el proceso de amolado de las tablas como complemento de la amoladora, utilizan lija N° 40, y es recortada de forma circular al tamaño del plato de la amoladora.



***Figura 15: Lija N° 40***

Fuente: Elaboración propia

## **Pegamento**

El pegamento es complemento de la lija para pegar al plato de la amoladora, también es utilizado para cubrir algunos huecos de las tablas mezclado con polvo de aserrín. Este insumo viene en presentación de baldes de 15 litros cada uno.



***Figura 16: Pegamento***

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.1.2. Maquinaria y equipos

En la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, en la línea del proceso productivo de pallets de madera, cuenta con la siguiente maquinaria:

#### a. Máquina mesa circular

Esta máquina se encuentra ubicada en la zona de aserrío, cerca por donde ingresa la materia prima, cumple una función importante ya que ahí empieza el proceso productivo de pallets de madera. En la empresa hay dos máquinas de mesa circular las cuales están descritas en las tablas 11 y 12 e identificadas por las figuras 17 y 18.

**Tabla 10**

*Características de la maquina mesa circular*

<b>Características de la máquina mesa circular</b>	
<b>Nombre</b>	Máquina mesa circular azul.
<b>Función principal</b>	Cuadrar los cuarterones a la medida requerida para listones
<b>Función Secundaria</b>	- Tablear y cantear tablas
<b>Operarios requeridos.</b>	2 operarios por máquina: - Operador - Recepcionista
<b>Utillaje</b>	- Discos N° 8 pulg. (ingresa 1 por máquina) - Fajas código B-48. (ingresan 4 por máquina)
<b>Herramientas de apoyo</b>	- Llave Stilson - Llave francesa - Llave n°19 - Wincha - Martillo

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11***Características de la maquina mesa circular*

<b>Características de la máquina mesa circular</b>	
<b>Nombre</b>	Máquina mesa circular verde
<b>Función principal</b>	Cuadrar los cuartones a la medida requerida para tablas
<b>Función Secundaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tablear</li> <li>- Cantear tablas</li> </ul>
<b>Operarios requeridos.</b>	2 operarios por máquina: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operador</li> <li>- Recepcionista</li> </ul>
<b>Utillaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discos N° 8 pulg. (ingresa 1 unid. por máquina)</li> <li>- Fajas código A-48. (ingresan 4 unid. por máquina)</li> </ul>
<b>Herramientas de apoyo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llave Stilson</li> <li>- Llave francesa</li> <li>- Llave n°19</li> <li>- Wincha</li> <li>- Martillo</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Esta máquina realiza la función de cuadrar lo cual consiste en pasar los cuartones de madera por la mesa circular para luego sacar un cuartón con la medida que de solicito es decir un nuevo (espesor x ancho) de la madera el cual para medir se utiliza en pulgadas con ayuda de una wincha, para poder posteriormente ser pasado a la siguiente máquina.



***Figura 17: Máquina mesa circular para listones***

Fuente: Elaboración propia.



***Figura 18: Máquina mesa circular para listones***

Fuente: Elaboración propia.

**b. Máquina Multilamina**

Esta máquina se encuentra ubicada en la zona de aserrío, cerca por donde se encuentra las máquinas mesa circulares. En la empresa hay una sola máquina de Multilamina, la cual tiene las siguientes características:

**Tabla 12**

*Características de la máquina multilamina*

<b>Características de la máquina multilamina</b>	
<b>Nombre</b>	Máquina multilamina
<b>Función principal</b>	Tablear los cuarterones ya cuadrados por la máquina mesa circular.
<b>Operarios requeridos.</b>	2 operarios por máquina: <ul style="list-style-type: none"><li>- Operador</li><li>- Recepcionista</li></ul>
<b>Utillaje</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Discos N° 6 pulg. (ingresa 5 unid. por máquina)</li><li>- Fajas código B-36. (ingresan 5 unid. por máquina)</li><li>- Separadores de 18,20 y 22 milímetros de espesor</li></ul>
<b>Herramientas de apoyo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Llave Stilson</li><li>- Llave francesa</li><li>- Llave n°19</li><li>- Wincha</li></ul>

Fuente: Elaboración propia.

Esta máquina realiza la función de tablear lo cual consiste en pasar los cuarterones de madera previamente ya pasados por la mesa circular para luego sacar tablas de acuerdo al espesor que se requiera, la medición del espesor es en milímetros y para lograr esto se utiliza en

la máquina unos separadores intercalados en cada disco para dar la medida de espesor de las tablas y poder posteriormente ser pasado al siguiente proceso.



**Figura 19:** Máquina multilamina

Fuente: Elaboración propia.

### **c. Máquina despuntadora**

La máquina despuntadora se encuentra ubicada en la zona de dimensionado, cumple una función importante para el proceso productivo de pallets de madera, ya que ahí se saca las medidas de largo de las tablas para el armado. En la empresa existen 3 máquinas despuntadoras, una horizontal como muestra la figura 22 que es utilizada para despuntar tablas y dos verticales como muestra las figuras 20 es para despuntar tacos y la figura 21 es para tablas, donde su utillaje y herramientas de apoyo son las mismas.

**Tabla 13**

*Características de las máquinas despuntadoras*

<b>Características de las máquinas despuntadoras</b>	
<b>Nombre</b>	Máquina despuntadora
<b>Función principal</b>	Despuntar las tablas de acuerdo a la media solicitada
<b>Operarios requeridos.</b>	1 operario por máquina
<b>Utillaje</b>	- Disco N° 6-7 pulg. (ingresa 1 unid. por máquina)
<b>Herramientas de apoyo</b>	- Llave Stilson - Llave francesa - Llave n°19 - Wincha - Martillo

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 20:** Máquina despuntadora vertical 1

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 21:** Máquina despuntadora vertical 2

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 22:** Máquina despuntadora horizontal

Fuente: Elaboración propia.

#### d. Máquina canteadora

La máquina canteadora comúnmente llamada, cumple la función de cortar las tablas por los costados es decir sacar la medida de ancho, la unidad de medición es en centímetros para ello utilizan una wincha. En la empresa existe solo una máquina canteadora y sus características son las siguientes:

**Tabla 14**

*Características de la máquina canteadora*

<b>Características de la máquina canteadora</b>	
<b>Nombre</b>	Máquina Canteadora
<b>Función principal</b>	Cantear tablas
<b>Operarios requeridos.</b>	2 operarios por máquina: <ul style="list-style-type: none"><li>- Operador</li><li>- Recepcionista</li></ul>
<b>Utillaje</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Discos N° 6-7 pulg. (ingresa 1 unid. por máquina)</li><li>- Fajas código B-48. (ingresan 3 unid. por máquina)</li></ul>
<b>Herramientas de apoyo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Llave Stilson</li><li>- Llave francesa</li><li>- Llave n°19</li><li>- Wincha</li><li>- Martillo</li></ul>

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 23: Máquina Canteadora**

Fuente: Elaboración propia.

#### e. Compresora de aire

La compresora de aire comprimido es un equipo importante en el proceso productivo de pallets de madera sobre todo en el proceso de armado es por ello que se encuentra ubicado en dicha zona. En la empresa tienen 2 verticales y una horizontal y sus características son las siguientes

**Tabla 15**

*Características de la compresora de aire*

<b>Características de compresora de aire</b>	
<b>Nombre</b>	Compresora de aire
<b>Función principal</b>	Proporcionar energía a las pistolas.
<b>Utillaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceite 20W - 50 (cambio cada 98 horas de trabajo)</li> <li>- Fajas código B-48. (ingresan 3 unid. por máquina)</li> </ul>
<b>Herramientas de apoyo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llave Stilson y n°14</li> <li>- Llave hexagonal</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia



**f. Pistola de clavos**

Las pistolas manuales trabajan a presión que expulsa la compresora, lo cual realiza una de las actividades más importantes del armado como es el clavar las tablas. En planta cuentan con 4 pistolas.

**Tabla 16**

*Características de las pistolas de clavos*

<b>Características de las pistolas de clavos</b>	
<b>Nombre</b>	Pistola de clavos.
<b>Función principal</b>	Clavar tablas.
<b>Utillaje</b>	- Un acoples, una abrazaderas y 2 mangueras
<b>Herramientas de apoyo</b>	- Llave Stilson y n° 14 - Llave hexagonal

Fuente: Elaboración propia



**Figura 25:** Pistola de clavos

Fuente: Elaboración propia.

#### **g. Amoladora**

Este equipo realiza un proceso alternativo, en las tablas lo cual su función es eliminar la pelusa de las tablas secas o cepillar la tabla para que la apariencia sea lisa, y en algunos casos eliminar el hongo que está floreciendo por una tabla húmeda. La empresa cuenta con 2 amoladoras.

**Tabla 17**

*Características de la Amoladora*

<b>Características de las pistolas de clavos</b>	
<b>Nombre</b>	Amoladora
<b>Función principal</b>	Eliminar la pelusa de las tablas y cepillarla.
<b>Utillaje</b>	- Lija N° 40 - Pegamento

Fuente: Elaboración propia



**Figura 26: Amoladora**

Fuente: Elaboración propia.

#### **h. Estocas**

Este equipo realiza el trabajo de transporte de productos en proceso y terminado para las diferentes áreas que se requiera, en la empresa hay 3 estocas distribuidas en todas zonas.

**Tabla 18**

*Características de la estoca*

<b>Características de la estoca</b>	
<b>Nombre</b>	Estoca
<b>Función principal</b>	Transportar productos en proceso y terminado.
<b>Utillaje</b>	- Lubricante - Aceite

Fuente: Elaboración propia.



### 3.1.1.3. Productos

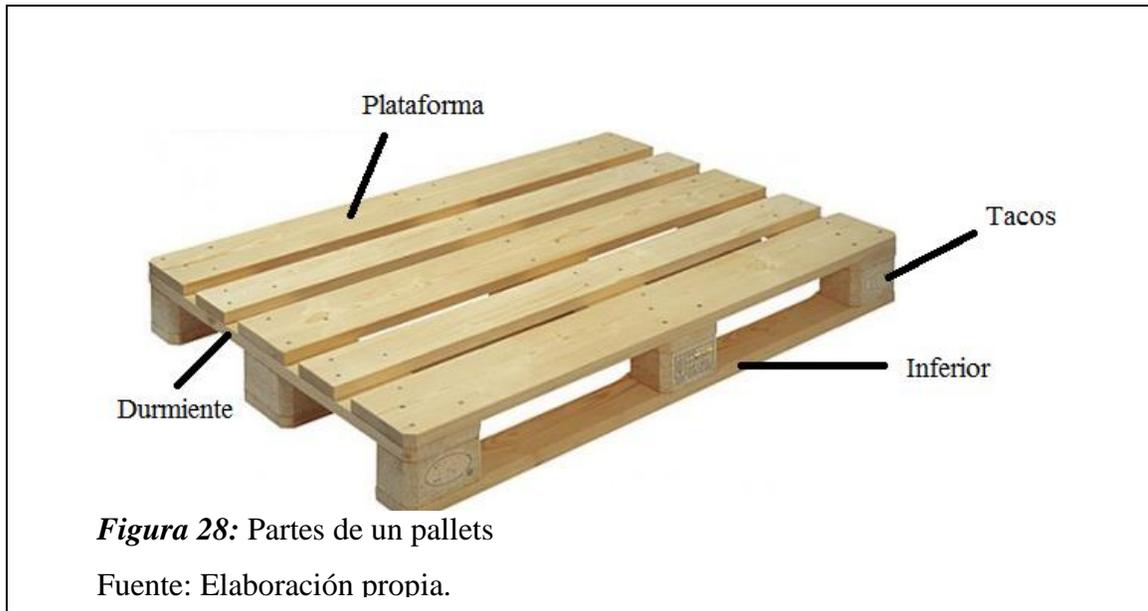
La empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, se dedica a la producción de productos de embalaje como es su producto bandera los pallets o comúnmente conocidos como parihuelas. Los pallets son fabricados a base de madera, lo cual hace que se convierta en su único y principal materia prima.

Cabe recalcar que el producto que es uno solo que son los pallets, pero existen infinidad de modelos fabricados por que son hechos a pedido de acuerdo a las necesidades de los clientes. Lo que caracteriza de un pallets a otro son:

- Dimensiones ( largo x ancho )
- Separación de tablas en la plataforma.
- Numero de tablas en la plataforma.
- Numero de clavos que ingresa por pallets.

**a. Partes de un pallets**

Para poder identificar las características se debe reconocer las partes de un pallets los cuales son plataforma, tacos, durmiente e inferior.



**b. Producción de pallets**

La empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, produce una serie de modelos de pallets, registrados a partir de Junio del 2016 hasta Junio del 2017, los cuales son los siguientes.

<b>AÑO 2016</b>		
<b>MES</b>	<b>MODELOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>JUNIO</b>	1.09 m x 0.99 cm	130
	1 m x 1.20 m	1200
	99 cm x 1.10 m	45
<b>JULIO</b>	1 m x 1.26 m	98
	1.02 m x 1.22 m	1300
	1.016 m x 1.219 m	120
<b>AGOSTO</b>	1 m x 1 m	89
	1.01 m x 1.21 m	1800
	1.10 m x 1.25 m	145
	1.60 m x 1.30 m	70
<b>SEPTIEMBRE</b>	1 m x 1.20 m	750
	1.01 m x 1.21 m	1450
<b>OCTUBRE</b>	1.01 m x 1.21 m	2566
	1 m x 1.20 m	2809
<b>NOVIEMBRE</b>	1.01 m x 1.21 m	2800
	1 m x 1.20 m	750
<b>DICIEMBRE</b>	1 m x 1.20 m	500
	1.01 m x 1.21 m	2722

*Figura 29: Producción de pallets desde el mes de Junio del año 2016 por modelos.*

Fuente: Elaboración propia.

<b>AÑO 2017</b>		
<b>MES</b>	<b>MODELOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>ENERO</b>	1.03 m x 1.25 m	585
	1 m x 1.20 m	800
	1 m x 1.18 m	22
	1.02 m x 1.12 m	500
<b>FEBRERO</b>	1.03 m x 1.25 m	300
	1.02 m x 1.12 m	225
	1.10 m x 1.25 m	100
	1.12 m x 1.14 m	418
<b>MARZO</b>	1.05 m x 1.265 m	40
	1.02 m x 1.22 m	950
	1 m x 1.20 m	450
	1.11 m x 1.14 m	142
<b>ABRIL</b>	1.02 m x 1.22 m	800
	1 m x 1.20 m	1827
	1.11 m x 1.14 m	203
	1 m x 1.28 m	220
	1 m x 1.26 m	150
	1.12 m x 1.14 m	1021
	1.02 m x 1.12 m	100
	1.016 m x 1.219 m	126
<b>MAYO</b>	1 m x 1.28 m	143
	1 m x 1.20 m	1897
	1.03 m x 1.25 m	63
	1.12 m x 1.14 m	200
	1.02 m x 1.22 m	1450
	1.01 m x 1.21 m	1500
<b>JUNIO</b>	1.01 m x 1.21 m	2100
	1 m x 1.20 m	500
	1 m x 1.28 m	300

**Figura 30:** Producción de pallets hasta Junio del año 2017 por modelos

Fuente: Elaboración propia.

Para poder desarrollar la investigación se utilizó el diagrama de Pareto para identificar los pallets con más frecuencia en ser producidos durante Junio del 2016 hasta Junio del 2017, lo cual nos dio los siguientes resultados:

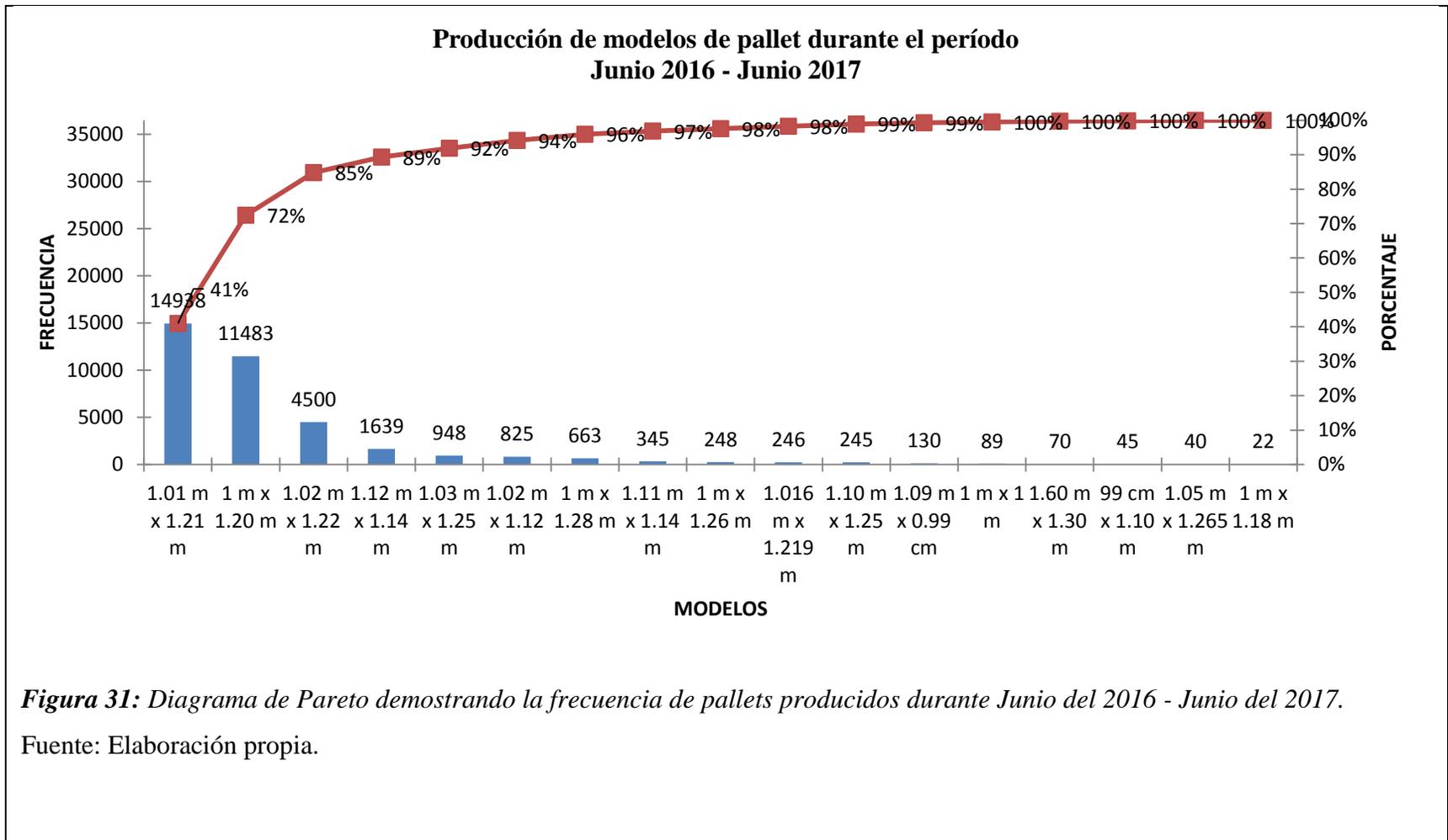
**Tabla 19**

*Modelos de pallets producidos durante el periodo Junio 2016 - Junio 2017*

<b>PRODUCCIÓN DE MODELOS DE PALLET DURANTE EL PERIODO JUNIO 2016 - JUNIO 2017</b>					
<b>MODELOS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>	<b>ACUMULADO</b>	<b>%</b>	<b>ACUMULADO</b>
1.01 m x 1.21 m	14938	40.95%	14938	40.95%	
1 m x 1.20 m	11483	31.48%	26421	72.43%	
1.02 m x 1.22 m	4500	12.34%	30921	84.77%	
1.12 m x 1.14 m	1639	4.49%	32560	89.26%	
1.03 m x 1.25 m	948	2.60%	33508	91.86%	
1.02 m x 1.12 m	825	2.26%	34333	94.12%	
1 m x 1.28 m	663	1.82%	34996	95.94%	
1.11 m x 1.14 m	345	0.95%	35341	96.89%	
1 m x 1.26 m	248	0.68%	35589	97.57%	
1.016 m x 1.219 m	246	0.67%	35835	98.24%	
1.10 m x 1.25 m	245	0.67%	36080	98.91%	
1.09 m x 0.99 cm	130	0.36%	36210	99.27%	
1 m x 1 m	89	0.24%	36299	99.51%	
1.60 m x 1.30 m	70	0.19%	36369	99.71%	
99 cm x 1.10 m	45	0.12%	36414	99.83%	
1.05 m x 1.265 m	40	0.11%	36454	99.94%	
1 m x 1.18 m	22	0.06%	36476	100.00%	
<b>TOTAL</b>	<b>36476</b>				

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber sacado la frecuencia y el acumulado se pasó a graficar el diagrama de Pareto dando como resultado 3 modelos de pallets con más producidos por la empresa, los cuales son Modelo A (1.01m x 1.21m), Modelo B (1.0m x 1.20m) y Modelo C (1.02m x 1.22m)



e. **Descripción de los modelos de pallets más producidos**

- **Modelo A ( 1.01 m x 1.21 m )**

Este modelo es considerado como el producto más producido, con un acumulado de 14938 unidades producidas desde Junio del 2016 hasta Junio del 2017 y cuenta con las siguientes características:

**Tabla 20**

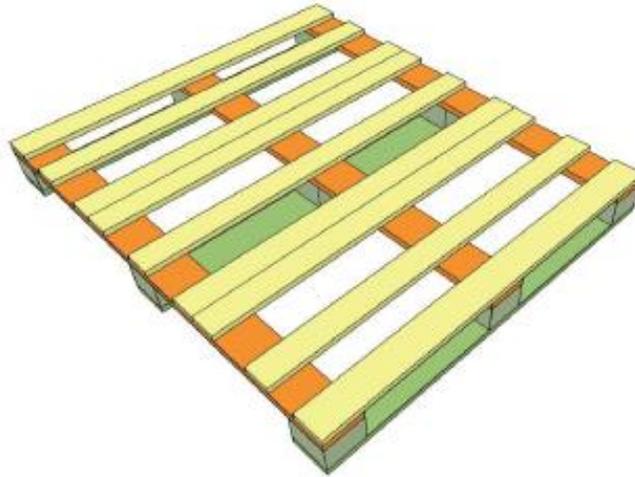
*Características del pallets Modelo A (1.01 m x 1.21 m)*

Características del pallets Modelo A ( 1.01 m x 1.21 m )		
Tipo de madera	Pino radiata	
N° de clavos	57 unid.	
	Medidas	Ingreso por pallets
Plataforma	1 mm x 8cm x 1.21m	2
	18mm x 7cm x 1.01m	7
Durmiente	20mm x 10cm x 1.21m	3
Inferior	18mm x 10cm x 1.01m	3
Tacos	7,5cm x 10cm x 10cm	9

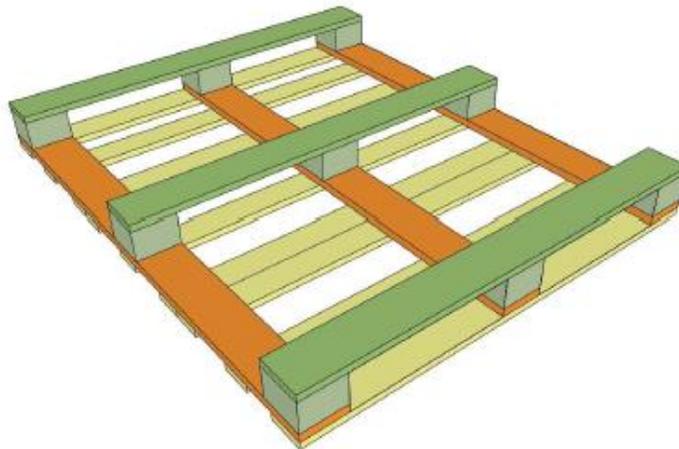
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se mostrará una vista frontal o desde la plataforma y la vista inferior del pallets, donde en ambas se puede ver la posición de tablas y el número que ingresan.

**Vista frontal**



**Vista por el inferior**



**Figura 32:** *Vista frontal y vista inferior del Modelo A (1.01m x 1.21m)*

Fuente: Elaboración propia.

- **Modelo B ( 1.00 m x 1.20 m )**

Este pallets es el segundo modelos más producidos por la empresa, el cual se obtuvo un acumulado de 11438 unidades producidas durante Junio del 2016 hasta Junio del 2017 y cuenta con las siguientes características:

**Tabla 21**

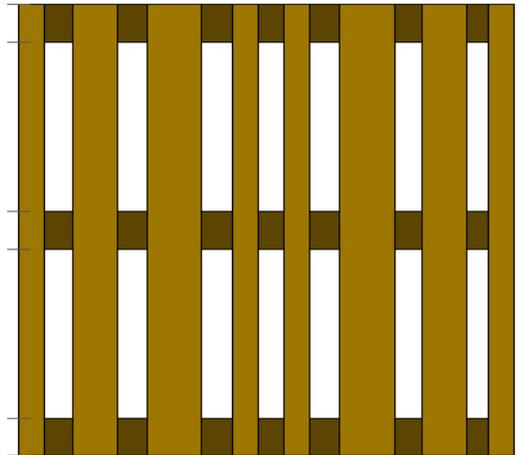
*Características del pallets Modelo B (1.00 m x 1.20 m)*

<b>Características del pallets Modelo B ( 1.00 m x 1.20 m )</b>		
Tipo de madera	Pino radiata	
N° de clavos	84 unid.	
	<b>Medidas</b>	<b>Ingreso por pallets</b>
Plataforma	18mm x 5.3cm x 1.20m	4
	18mm x 11cm x 1.20m	2
	18mm x 9cm x 1.20m	2
Durmiente	20mm x 10cm x 1.00m	3
Inferior	18mm x 10cm x 1.20m	3
Tacos	7,5cm x 10cm x 10cm	9

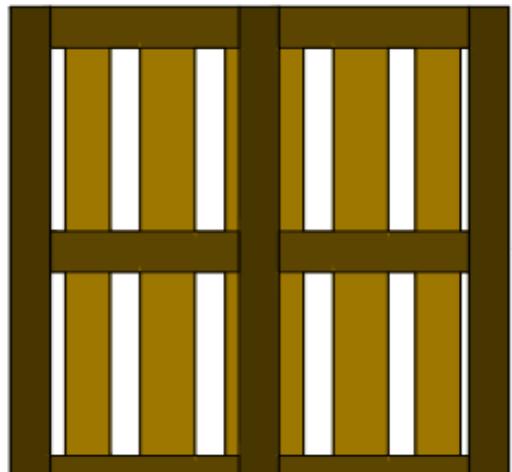
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se mostrará una vista frontal o desde la plataforma y la vista inferior del pallets, donde en ambas se puede ver la posición de tablas y el número que ingresan.

**Vista frontal**



**Vista inferior**



**Figura 33:** Vista frontal e inferior del Modelo B (1.00 m x 1.20m)

Fuente: Elaboración propia.

- **Modelo C (1.02 m x 1.22 m )**

Este pallets es el tercer modelo más producido por la empresa, el cual se obtuvo un acumulado de 4500 unidades producidas durante Junio del 2016 hasta Junio del 2017 y cuenta con las siguientes características:

**Tabla 22**

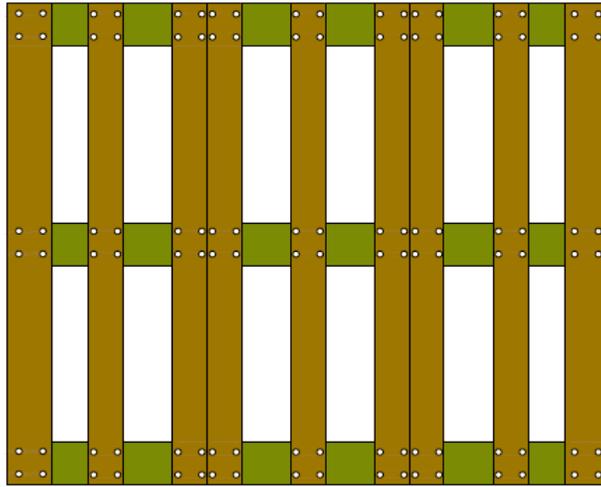
*Características del pallets Modelo C (1.02 m x 1.22 m)*

<b>Características del pallets Modelo C ( 1.02 m x 1.22 m )</b>		
<b>Tipo de madera</b>	Pino radiata	
<b>N° de clavos</b>	156 unid.	
	<b>Medidas</b>	<b>Ingreso por pallets</b>
<b>Plataforma</b>	18mm x 9cm x 1.02m	4
	18mm x 11cm x 1.02m	2
<b>Durmiente</b>	20mm x 9cm x 1.22m	2
<b>Inferior</b>	20mm x 9cm x 1.02m	3
	20mm x 9cm x 1.04m	3
<b>Tacos</b>	9cm x 9cm x 13cm	9

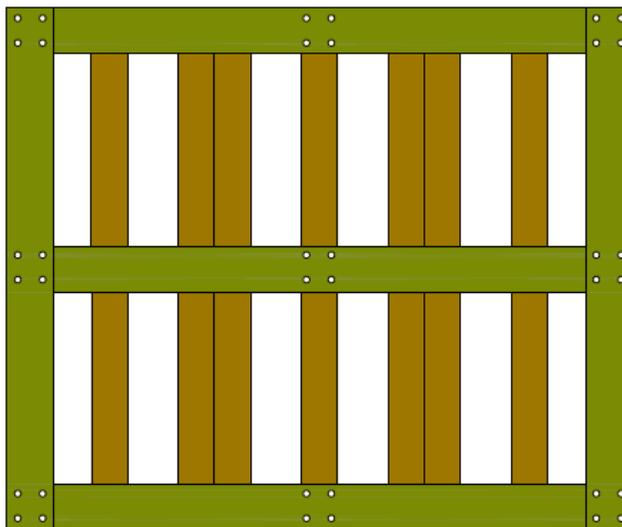
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se mostrará una vista frontal o desde la plataforma y la vista inferior del pallets, donde en ambas se puede ver la posición de tablas y el número que ingresan.

**Vista frontal**



**Vista Inferior**



**Figura 34:** Vista frontal e inferior del modelo C (1.02 m x 1.22m)

Fuente: Elaboración propia.

### **3.1.2. Descripción del proceso productivo de pallets**

Para la producción de pallets se sigue un mismo proceso para los diferentes modelos lo único que varía son las dimensiones de los cortes y el número de clavos que ingresan en cada pallets, el proceso productivo se describe de la siguiente manera.

El proceso empieza en la zona de Aserrado que consta del ingreso de la materia prima (madera), puede ser de tipo: pino radiata traído de Cajamarca y madera Capirón es traída de la Selva. Una vez que llega la madera de inmediato se cubica en pie tablares para saber qué cantidad de madera está ingresando.

Luego dicha madera la posicionan al alcance de la máquina circular para ser procesada a cuarterones para tacos y para tablas con las dimensiones solicitadas por el Supervisor el cual trabajan 2 operarios por máquina y demoran 2 minutos por pasar un cuarto para tablas y para tacos se demora 3 min, en este proceso sale aserrín y dos tipos de merma: Merma reutilizable la cual puede ser para otro subproducto como cajas, y para tablas de otras medidas y el otro tipo de merma es utilizada como leña.

Lo siguiente es el pase de la madera cuadrada a la máquina multilamina, y los listones para tacos se llevan al despunte, en la máquina multilamina trabajan 2 operarios y demoran 2 minutos en pasar los cuarterones para tablas, además solo pueden pasar los cuarterones cuadrados para sacar tablas de hasta 10 de ancho, de caso que se quiera sacar tablas con mayor ancho se tendrá que pasar en la máquina circular. En la máquina multilamina sale la tabla con la medida que se solicitó adicional a ello también sale merma de tablas reutilizable y merma para leña además de aserrín.

Después las tablas y los tacos despuntados pasan directo a la zona de curado y es donde se cura la madera con unos químicos que son preservante, el cual protege a las tablas y tacos de bacterias y hongos hasta que se llegue a secar la tabla y tacos. Las tablas y tacos son sumergidas en una tina con preservante líquido y para ello es necesario 1 operario por recipiente, la duración del proceso es de 8 segundo por tabla o taco, luego son puestas ordenadamente para luego ser trasladadas a la zona de secado.

Luego se envía al secado en este proceso consiste en un secado natural el cual es poner las tablas al sol en forma de V invertida, lo cual tiene una estadía de 9 días dependiendo del clima y en el caso de los tacos se extienden en el piso durante 12 días, en este proceso muchas veces no se toma en cuenta la humedad de la tabla o tacos para poder recogerlas. Además existe otro tipo de secado en el caso de las tablas que es a través de un horno el cual funciona a base de fuego y está conformado con 3 ventiladores en un cuarto pero no lo utilizan por el momento por motivo de tiempo y costos.

Una vez que la tabla este secada se traslada en almacén de forma ordenada, en caso que se necesite las tablas pasan a ser dimensionadas o despuntadas, para realizar este proceso es a través de una máquina despuntadora con el uso de 1 operario en máquina el cual demora de 5 a 8 segundos por tabla despuntada.

Dichas tablas pasan a la zona de amolado, para eliminar alguna imperfección de la tabla es decir limpiar la superficie de la misma de alguna mancha, hongo que este floreciendo o el pelo de las tablas, para este proceso utilizan 2 amoladoras un operario por cada equipo y demora 1 min por tabla amolada.

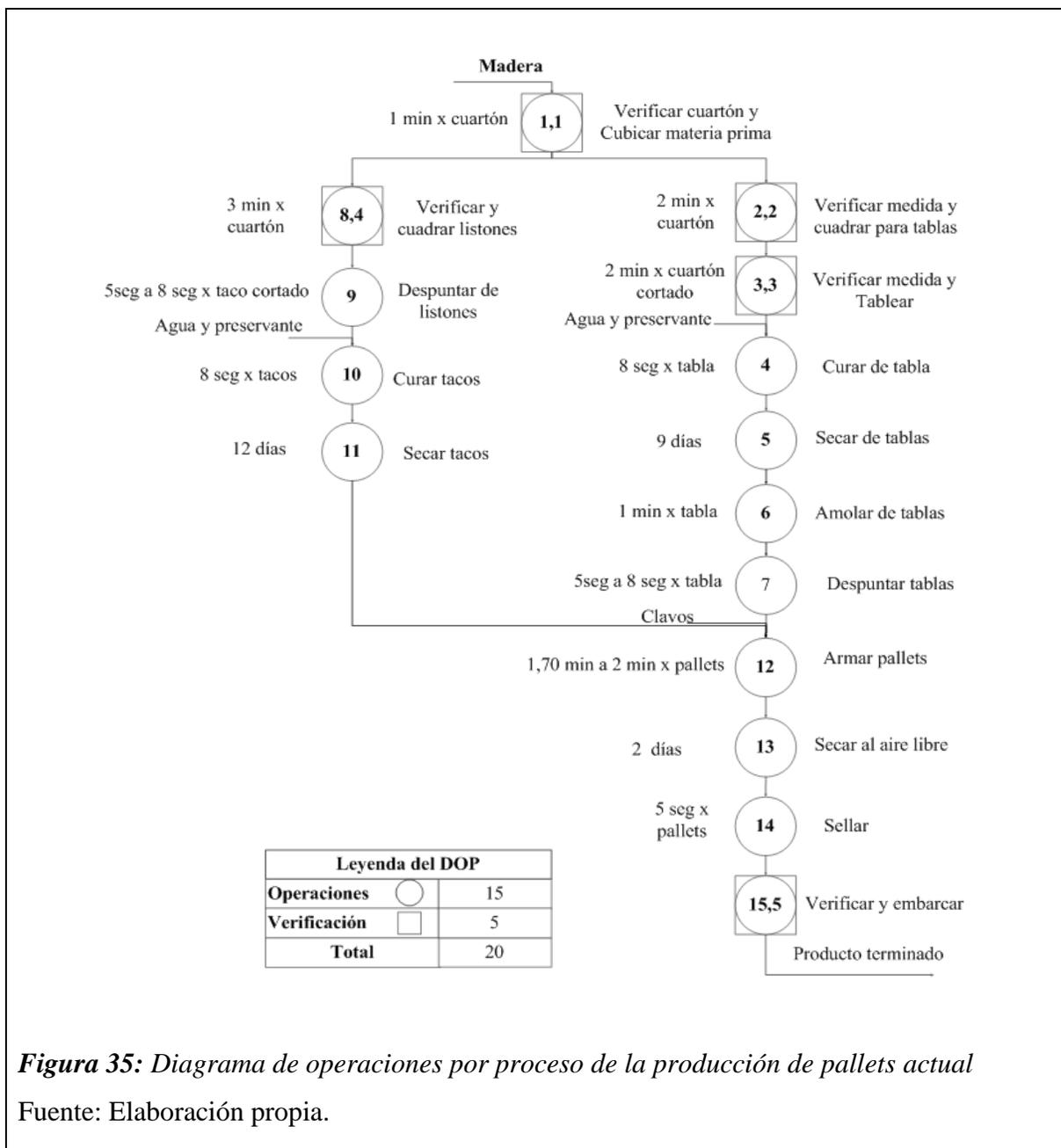
Una vez las tablas listas son levadas a la zona de armado, en el caso de los tacos secos también son llevados al armado, es donde realizan los pallets, para realizarlo utilizan 2 pistolas de clavos, que utilizan 2 operarios para esta función, la cual se toma un tiempo de 2 minutos por armar una parihuela.

Luego las parihuelas armadas son trasladadas a un reposo al aire libre con la finalidad de que terminen de secar, se omite un proceso de realizar tratamiento térmico donde mueren hongos, bacterias, se omite “por tiempo y ahorra costos”.

Después son llevados los pallets a la zona de embarque en donde cada pallets es sellado con los sellos de SENASA y tratamiento término si así sea necesario. Una vez las parihuelas ya selladas se embarcan, revisando una a una que todo este conforme ya sea con sello respectivo y no haya algún imperfecto en la parihuela, de haber imperfecciones se lleva a reparar para solucionar el problema de inmediato.

## Diagrama de operaciones por proceso (DOP)

En la figura 31, se describe el proceso productivo por operaciones de la producción de pallets, cabe especificar que todos los modelos siguen el mismo proceso, la única diferencia son en N° de tablas y clavos, arrojando 15 operaciones y 5 verificaciones en el diagrama de operaciones.



**Figura 35:** Diagrama de operaciones por proceso de la producción de pallets actual

Fuente: Elaboración propia.

## Diagrama de actividades por proceso (DAP)

En la figura32, se describe el proceso productivo por actividades de la producción de pallets en la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C.

Descripción	Cant.	Dist.	Tiempo	Actividades					observaciones
				○	□	D	→	▽	
Verificar los cuartones	1 unid		20 seg						
Cubicar los cuartones	1 unid		20 seg						
Trasladar a la mesa circular 1	1 unid	5 m	1 min						
Verificar medida requerida			20 min						
Cortar cuartones para tablas	1 unid		2 min						
Parada de máquina para limpieza			10 min						
Trasladar cuartones a multilamina		5 m	1 min						
Verificar medida requerida			20 min						
Tablear madera	1 unid		2 min						
Parada de máquina para limpieza			12 min						
Trasladar las tablas al curado		40 m	2 min						
Preparar preservante			20 min						
Sumergir tablas en preservante	1 unid		8 seg						
Ordenar las tablas	1 unid		5 seg						
Trasladar las tablas al secado		10 m	3 min						
Tender las tablas	1 unid		10 seg						
Esperar hasta que se sequen			4 días						
Dar vuelta a las tablas	1 unid		5 seg						
Esperar hasta que se sequen			5 días						
Recoger tablas	1 unid		6 seg						
Trasladar tablas al despunte	1 unid	60 m	1 min						
Despuntar tablas	1 unid		8 seg						
Parada de máquina para limpieza			10 min						
Trasladar tablas al amolado		20 m	1min						
Amolar tablas	1 unid		40 seg						
Trasladar tablas al armado		8 m	1 min						
Trasladar cuartones a la mesa circular 2 para sacar tacos		5 m	1min						
Verificar máquina para cortar listones			20 min						
Cuadrar madera para listones	1 unid		3 min						
Parada de máquina para limpieza			10min						
Trasladar listones al despunte		20 m	2 min						
Cortar tacos	1 unid		1 min						
Trasladar tacos al curado		45 m	3 min						
Curar tacos	1 unid		20 seg						
Trasladar los tacos a secar		7 m	50 seg						
Esperar para dar vuelta			6 días						
Dar vuelta a los tacos			3 seg						
Esperar a secar			6 días						
Trasladar tacos al armado		8 m	2 min						
Traer clavos al armado		50 m	5 min						
Preparar pistolas			4 min						
Preparar moldes			35 min						
Armar pallets	1 unid		1.20min						
Chancar las puntas de los clavos	1 unid		40 seg						
Ordenar en columna los pallets			3 min						
Trasladar al secado aire libre, almacén		40 m	2 días						
Sellar los pallets	1 unid		5 seg						
Verificar la cantidad de pallets			10 min						

**Figura 36:** Diagrama por actividades del proceso de producción de pallets

Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama de actividades tuvo como resultado que se llegó a obtener 21 operaciones, 5 verificaciones, 8 esperas y también consideradas como paradas de máquinas, 13 movimientos de transportes o traslados y solo una actividad de almacén dando un total de 48 actividades lo cual suma un tiempo total de 23 días, 3 horas, 15 min y 28 seg.

**Tabla 23**

*Leyenda del DAP*

LEYENDA DEL DAP		
<b>Operación</b>	○	21
<b>Verificación</b>	□	5
<b>Espera</b>	D	8
<b>Transporte</b>	⇨	13
<b>Almacén</b>	▽	1
<b>TOTAL</b>		48

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3. Análisis de la problemática

Analizando la información recopilada, se obtuvo una serie de problemas que se presentan en toda la línea de producción de pallets de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, basadas en la herramienta de las 5S.

En el área de cortado se puede evidenciar que el material de trabajo es colocado en cualquier lado, que los puestos no se encuentran limpios, además que existen muchos materiales, elementos mecánicos inutilizables o simplemente que no se ocupan. La viruta producto del mecanizado de la madera no tiene un depósito determinado lo cual puede interferir en la libre circulación de los trabajadores.



***Figura 37: Merma en la maquina Canteadora***

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 37, se muestra a los trabajadores de la empresa que no se les ha dotado de elementos de protección personal como: mascarillas, guantes, orejeras, etc.



***Figura 38: Merma obstruyendo el trabajo libre***

Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad todas las áreas de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, no cuentan con espacios delimitados ni mucho menos señalizados correctamente para que el trabajador pueda saber y reconocer que debe hacer en cada proceso.



**Figura 39:** Pasadizos y maquinaria obstruidas por merma.

Fuente: Elaboración propia.

Además otro de los problemas aparte del desorden es la acumulación de la merma o desperdicios de la madera es decir existen dos tipos de merma la que se puede reutilizar para hacer un subproducto y el otro que sería solo para leña muy aparte de la viruta y aserrín que es el sobrante que sale de cada máquina que se procesa la madera.

Estos desperdicios no son debidamente almacenados o en otro caso sacado del área que la acumulación de los mismos genera un desorden de producción ya que la acumulación de los mismos genera un desorden y un latente peligro con la obstaculización de los pasadizos y manipulación de máquina.



**Figura 40:** Merma acumulada, en la zona de secado

Fuente: Elaboración propia.

### **3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos**

#### **a. Resultados de la observación**

La presente Guía, tiene por finalidad recoger información importante sobre el trabajo de investigación, los resultados permitirán brindar un aporte para la empresa.

**Tabla 24***Guía de observación*

		Deficiente	Apenas aceptable	Satisfactorio	Muy satisfactorio
1.	La ropa que usa el personal es inapropiada	X			
2.	Están los elementos innecesarios identificados como tal	X			
3.	Están todos los materiales, parihuelas, contenedores almacenados de forma adecuada	X			
4.	Se mantienen los materiales a cubierto de incendios, robos y deterioros.	X			
5.	Se permite el acceso a los artículos almacenados solo a personas autorizadas.		X		
6.	Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento.	X			
7.	Existe un correcto desplazamiento del personal , dentro del área de producción de pallets	X			
8.	Dentro de almacén, los ítems de alta rotación permanecen cerca de la zona de despacho.	X			
9.	Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente	X			

Fuente: Elaboración propia

- No hay señalamientos que identifiquen los productos por marca en los pasillos, lo que dificulta su ubicación al momento.
- Los pallets están mal acomodadas, lo que provoca el deterioro en el material.
- No existe una correcta distribución del espacio y por tanto no hay lugares definidos, por lo que se realiza en cualquier espacio disponible.
- Acumulación de polvo, el cual daña el material.
- Cajas, bolsas, papeles y basura en el suelo del área de producción que no se recogen en más de un día.

- Uso incorrecto de ropa de trabajo.
- Existe maquinaria y otras herramientas que no se utilizan y ocupan un espacio útil para otras actividades.
- Se tienen áreas de trabajo y pasillos en donde no se cuenta con una adecuada iluminación.

**b. Resultados del análisis documental**

De la documentación proporcionada por la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, se ha elaborado el material que se presenta en las tablas 24,25 y figuras 40,41 y son los siguientes puntos los cuales son necesarios para la investigación.

**- Precio de venta de pallets producidos de Enero del 2016 hasta Junio del 2017**

En la tabla 25, se presenta los precios de venta de los pallets según los modelos producidos durante el periodo de Junio 2016 a Junio 2017.

**Tabla 25***Precio de venta de pallets producidos según modelos*

MODELOS	PRECIO SIN IGV	PRECIO DE VENTA
1.01 m x 1.21 m	57	67.26
1 m x 1.20 m	55	64.9
1.02 m x 1.22 m	58	68.44
1.12 m x 1.14 m	60	70.8
1.03 m x 1.25 m	41	48.38
1.02 m x 1.12 m	58	68.44
1 m x 1.28 m	46	54.28
1.11 m x 1.14 m	60	70.8
1 m x 1.26 m	46	54.28
1.016 m x 1.219 m	81	95.58
1.10 m x 1.25 m	67	79.06
1.09 m x 0.99 cm	52	61.36
1 m x 1 m	52	61.36
1.60 m x 1.30 m	105	123.9
99 cm x 1.10 m	56	66.08
1.05 m x 1.265 m	63	74.34
1 m x 1.18 m	51	60.18

Fuente: Elaboración propia.

**- Merma obtenida por proceso**

En la figura 40, se presenta la producción en el proceso de cuadrar madera, dando como resultado el porcentaje de merma promedio aproximada de 22%, la cual se obtuvo con una muestra en el proceso de 34 cuarterones, utilizando la máquina mesa circular con ayuda de 2 operarios.

Produccion y merma obtenida en el proceso de cuadrar los cuartones												
N°	Funcion	Medida del cuarton			TOTAL M.P	PRODUCCION				TOTAL CUART.	% utilizado	% de merma
		Pulg	Pulg	pt		N° 1	N° 2					
1	Cuadrar	6	8	8	32	8	4	1	4	24	75%	25%
2	Cuadrar	8	8	8	42.67	8	4	3	4	29.333	69%	31%
3	Cuadrar	8	7	8	37.33	7	4	3	4	26.667	71%	29%
4	Cuadrar	5	6	8	20	6	4			16	80%	20%
5	Cuadrar	6	6	8	24	6	4	2	4	21.333	89%	11%
6	Cuadrar	7	6	8	28	7	4	1	4	21.333	76%	24%
7	Cuadrar	6	8	8	32	8	4	1	4	24	75%	25%
8	Cuadrar	6	7	8	28	7	4			18.667	67%	33%
9	Cuadrar	7	7	8	32.67	7	4	2	4	24	73%	27%
10	Cuadrar	6	7	8	28	7	4	1	4	21.333	76%	24%
11	Cuadrar	5	6	8	20	6	4			16	80%	20%
12	Cuadrar	6	7	10	35	7	4	3	4	33.333	95%	5%
13	Cuadrar	8	8	8	42.67	8	4	4	4	32	75%	25%
14	Cuadrar	8	8	10	53.33	8	4	3	4	36.667	69%	31%
15	Cuadrar	9	8	10	60	8	4	4	4	40	67%	33%
16	Cuadrar	6	7	8	28	6	4			16	57%	43%
17	Cuadrar	9	8	9	54	8	4	6	4	42	78%	22%
18	Cuadrar	9	9	8	54	8	4	8	4	42.667	79%	21%
19	Cuadrar	8	8	8	42.67	8	4	4	4	32	75%	25%
20	Cuadrar	7	7	10	40.83	7	4	2	4	30	73%	27%
21	Cuadrar	5	6	10	25	6	4	1	4	23.333	93%	7%
22	Cuadrar	8	9	10	60	8	4	8	4	53.333	89%	11%
23	Cuadrar	7	8	10	46.67	8	4	3	4	36.667	79%	21%
24	Cuadrar	7	6	10	35	7	4	1	4	26.667	76%	24%
25	Cuadrar	6	5	8	20	6	4			16	80%	20%
26	Cuadrar	6	7	10	35	7	4			23.333	67%	33%
27	Cuadrar	5	5	9	18.75	5	4			15	80%	20%
28	Cuadrar	8	7	10	46.67	7	4	3	4	33.333	71%	29%
29	Cuadrar	9	9	8	54	9	4	8	4	45.333	84%	16%
30	Cuadrar	7	8	8	37.33	8	4	2	4	26.667	71%	29%
31	Cuadrar	6	9	8	36	6	4	6	4	32	89%	11%
32	Cuadrar	9	5	8	30	5	4	5	4	26.667	89%	11%
33	Cuadrar	9	5	8	30	5	4	5	4	26.667	89%	11%
34	Cuadrar	9	5	8	30	5	4	5	4	26.667	89%	11%
TOTAL					1240	TOTAL				959		22%

**Figura 41:** Producción y merma obtenida en el proceso de cuadrar cuartones

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 41, se presenta la producción en el proceso de tablear dando como resultado el porcentaje de merma promedio aproximada de 12%, la cual se obtuvo con una muestra en el proceso de 1 hora, utilizando la máquina multilamina con ayuda de 2 operarios.

CONTROL EN EL PROCESO DE TABLEAR										
Nº	MEDIDAS DE LISTONES			TOTAL	Nº DE TABLAS	MEDIDAS TABLAS		TOTAL DE TABLAS	% UTILIZADO	%MERMA
	PULG	PULG	PIES	X PIES	UNID	MM	PULG	X PIES		
1	4	6	8	16.00	8	18	4	15.12	94%	6%
2	4	8	8	21.33	10	18	4	18.90	89%	11%
3	4	7	8	18.67	9	18	4	17.01	91%	9%
4	4	5	8	13.33	7	18	4	13.23	99%	1%
5	4	8	8	21.33	10	18	4	18.90	89%	11%
6	4	7	8	18.67	9	18	4	17.01	91%	9%
7	4	8	8	21.33	10	18	4	18.90	89%	11%
8	4	6	8	16.00	8	18	4	15.12	94%	6%
9	4	8	8	21.33	10	18	4	18.90	89%	11%
10	4	6	8	16.00	8	18	4	15.12	94%	6%
11	4	7	8	18.67	9	18	4	17.01	91%	9%
12	4	3	8	8.00	3	18	4	5.67	71%	29%
13	4	1	8	2.67	1	18	4	1.89	71%	29%
14	4	7	8	18.67	9	18	4	17.01	91%	9%
15	4	7	8	18.67	9	18	4	17.01	91%	9%
16	4	7	8	18.67	9	18	4	17.01	91%	9%
17	4	6	8	16.00	8	18	4	15.12	94%	6%
18	4	7	8	18.67	9	18	4	17.01	91%	9%
19	4	6	8	16.00	8	18	4	15.12	94%	6%
20	4	6	8	16.00	8	18	4	15.12	94%	6%
21	4	7	8	18.67	9	18	4	17.01	91%	9%
22	4	3	8	8.00	3	18	4	5.67	71%	29%
23	4	2	8	5.33	2	18	4	3.78	71%	29%
24	4	7	8	18.67	9	18	4	17.01	91%	9%
25	4	1	8	2.67	1	18	4	1.89	71%	29%
26	4	6	8	16.00	8	18	4	15.12	94%	6%
27	4	6	8	16.00	8	18	4	15.12	94%	6%
	TOTAL			421.33	202			381.73		12%

**Figura 42: Producción y merma obtenida en el proceso de tablear.**

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 26, se presenta la producción en el proceso de despunte de tablas dando como resultado el porcentaje de merma promedio aproximada de 7%, la cual se obtuvo con una muestra para un pedido, utilizando la máquina multilamina con ayuda de 2 operarios.

**Tabla 26***Producción y merma de tablas despuntadas*

<b>Producción y merma de tablas despuntadas</b>									
N° lotes	Medida			Unidades de tablas	Pt por lote	N° tablas a medida	Pt por tablas	% utilizado	% merma
	Pulg	pulg	pies						
1	0.7078	3.937	8	500	928.870	980	895.957	96%	4%
2	0.7078	3.937	8	500	928.870	843	770.706	83%	17%
3	0.7078	3.937	8	500	928.870	956	874.015	94%	6%
4	0.7078	3.937	8	500	928.870	985	900.528	97%	3%
5	0.7078	3.937	8	500	928.870	990	905.099	97%	3%
6	0.7078	3.937	8	500	928.870	995	909.670	98%	2%
7	0.7078	3.937	8	500	928.870	885	809.104	87%	13%
8	0.7078	3.937	8	500	928.870	998	912.413	98%	2%
9	0.7078	3.937	8	500	928.870	950	868.530	94%	6%
10	0.7078	3.937	8	500	928.870	898	820.989	88%	12%
									<b>7%</b>

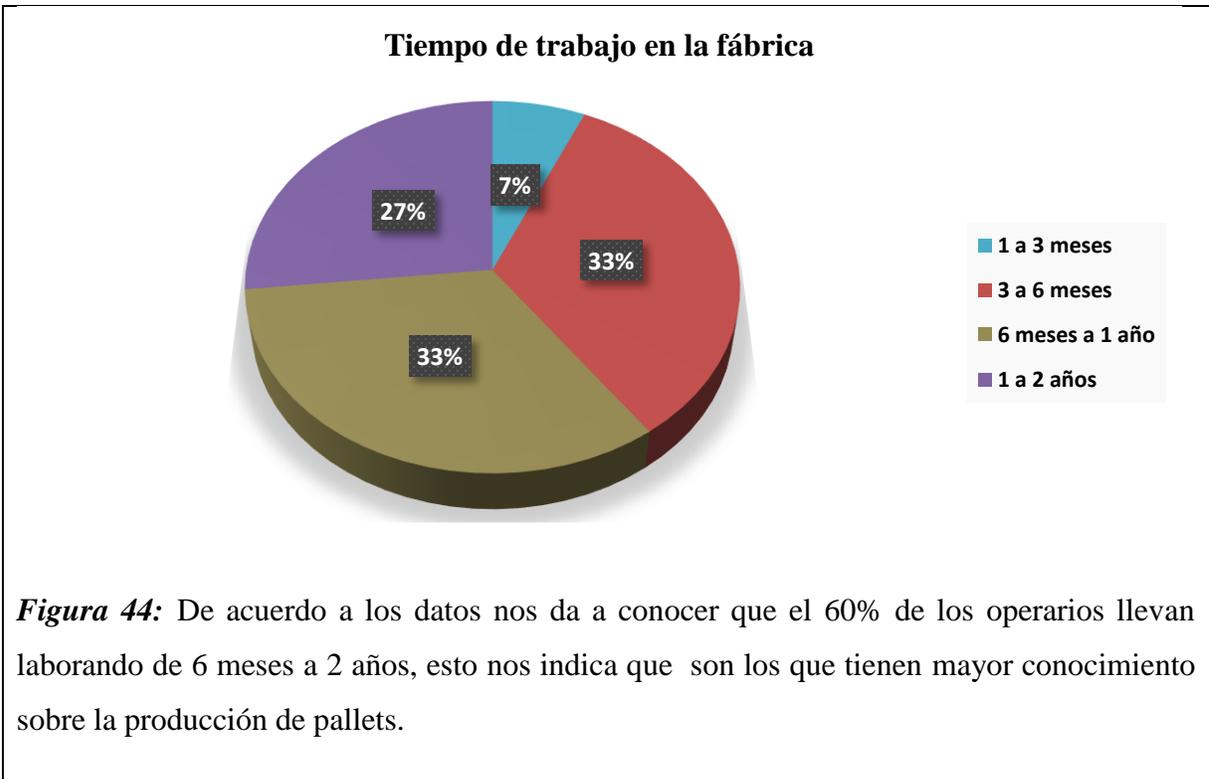
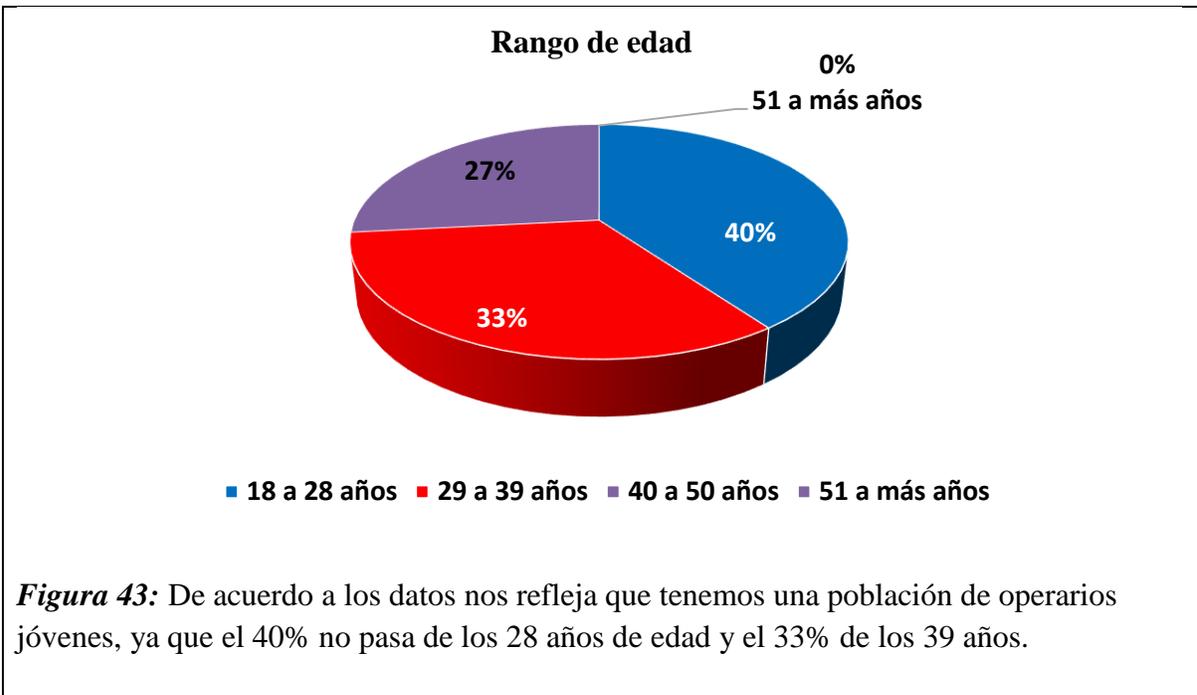
Fuente: Elaboración propia.

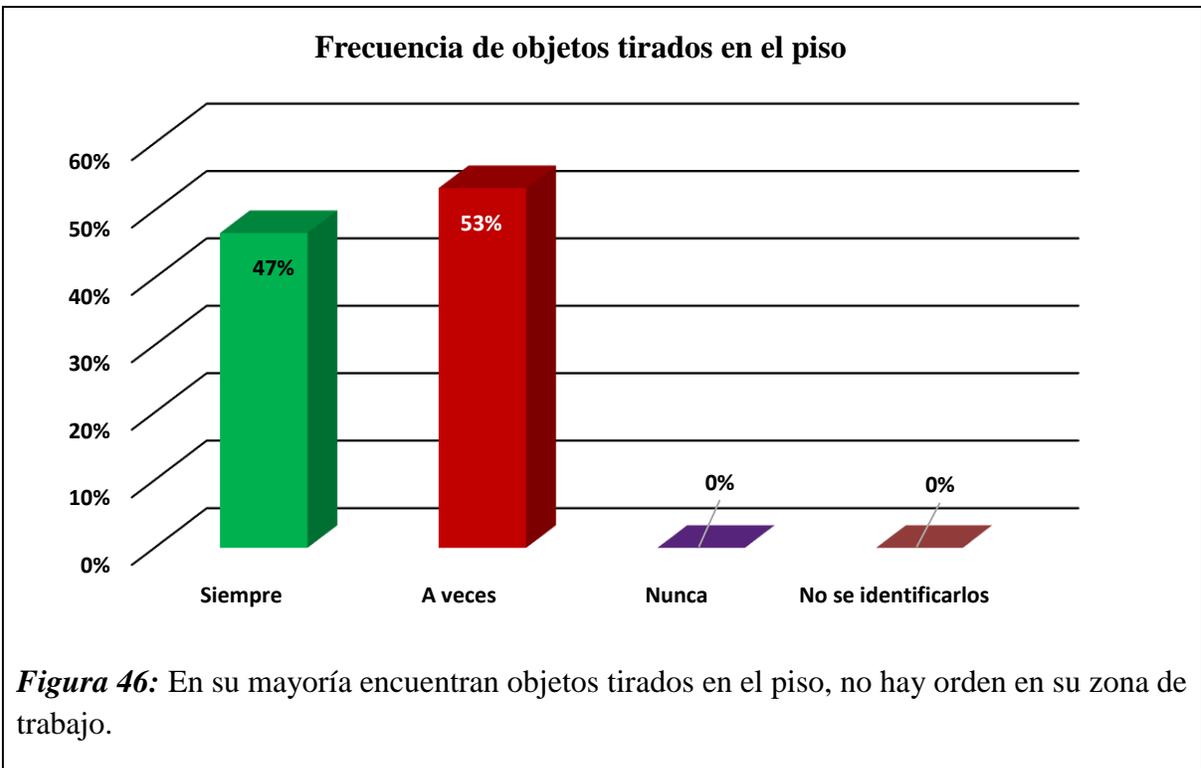
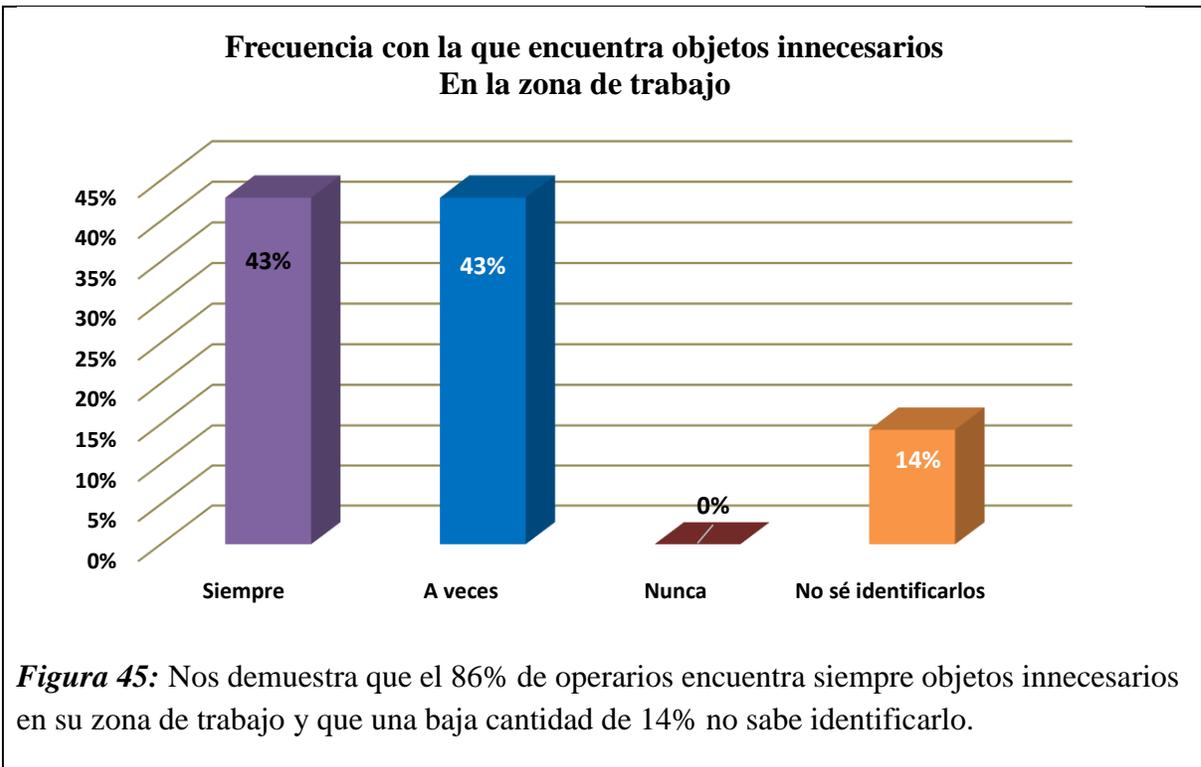
**c. Resultados del cuestionario**

Para la presente investigación se tomó como instrumento aplicar un cuestionario dirigido a todos los operarios del área de producción del proceso productivo de pallets de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C.

Este cuestionario se realizó con autorización del Gerente General y con la ayuda de la Supervisora de turno.

El fin con el que se realizó el cuestionario fue para saber si existe conciencia por parte de los operarios con respecto a los temas de limpieza, orden, mantenimiento de maquinaria, paradas de máquinas entre otros temas con respecto a sus actitudes en el trabajo.



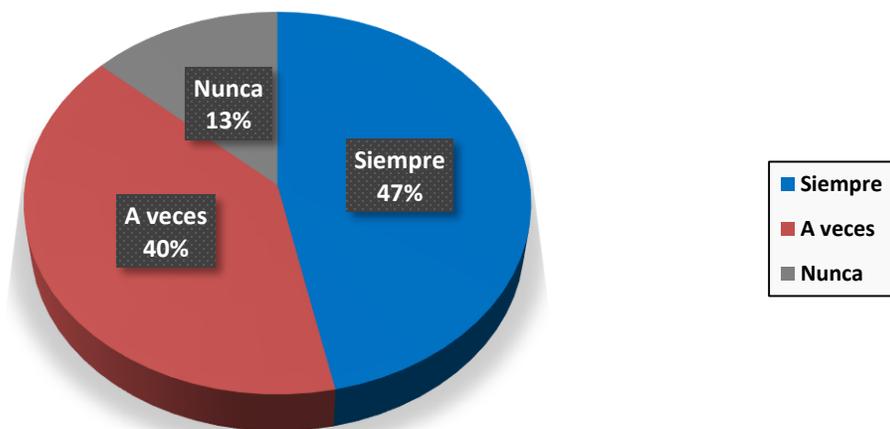


**Frecuencia con la que se dirige a otro lugar por una herramienta**



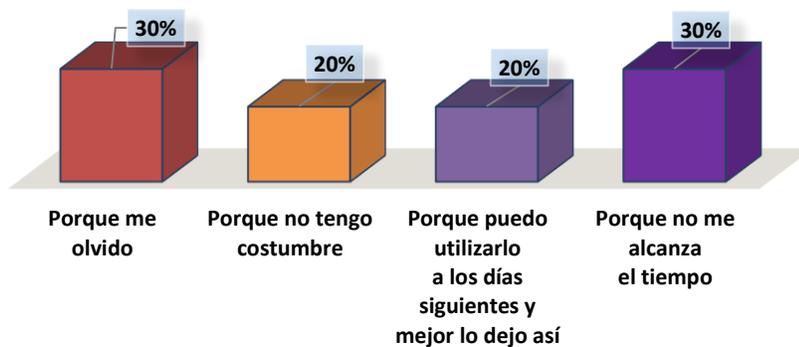
**Figura 47:** Los siguientes datos reflejan que las máquinas no cuentan con sus herramientas por lo cual los operarios tienden a perder tiempo en buscarlas o pedir las prestadas, generando tiempos muertos.

**Frecuencia con la que se guarda de forma limpia y ordenada las herramientas después de ser utilizadas**



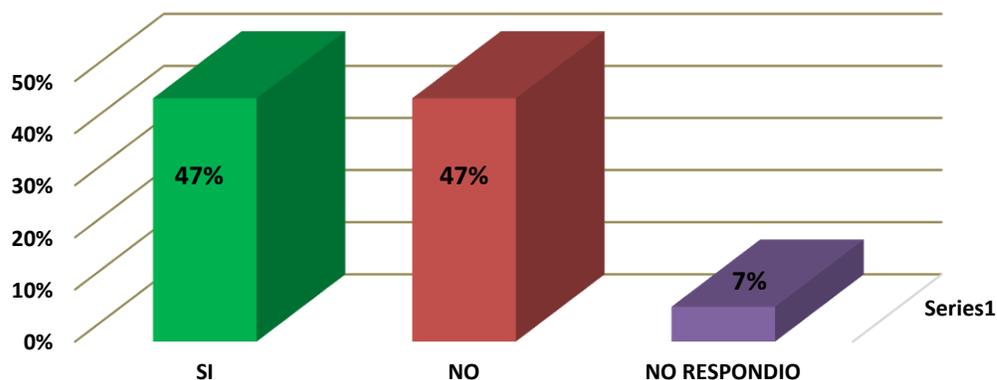
**Figura 48:** En este gráfico se observa que el 13% de los operarios no guardan ni limpian las herramientas después de haberlas utilizado y un 40% lo hace algunas veces, generando un desorden dentro del área de producción.

### Motivo por el que no guardan las herramientas



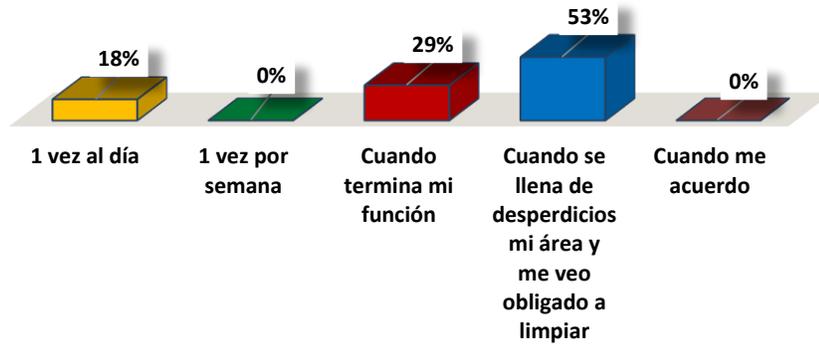
**Figura 49:** De los operarios que no guardan sus herramientas de forma limpia y ordenada, nos indica que un 30% se olvidan, otro 30% es porque no les alcanza el tiempo ahí un indicador de que no saben organizar su trabajo en el día.

### Cuan seguros se sienten los trabajadores en su zona de trabajo



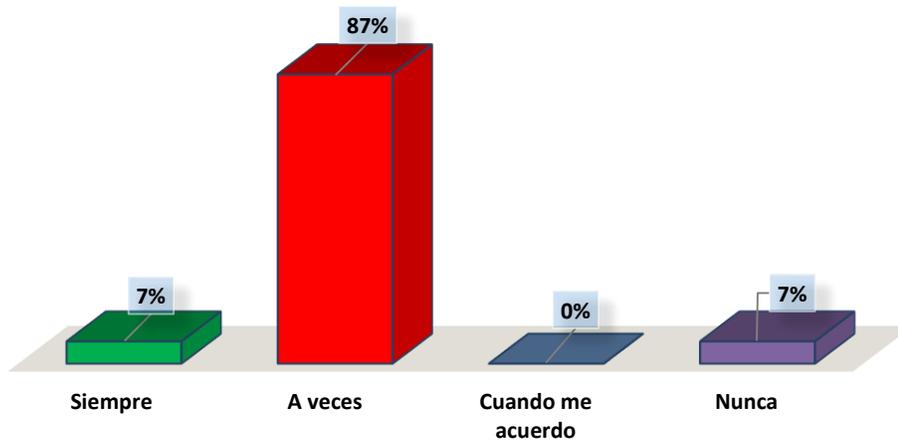
**Figura 50:** El 47% de los operarios consideran que no se sienten seguros en su zona de trabajo, lo cual refleja que no pueden desempeñarse bien en sus labores y rendir lo que se espera de ellos.

### Frecuencia con la que realizan limpieza en su zona de trabajo



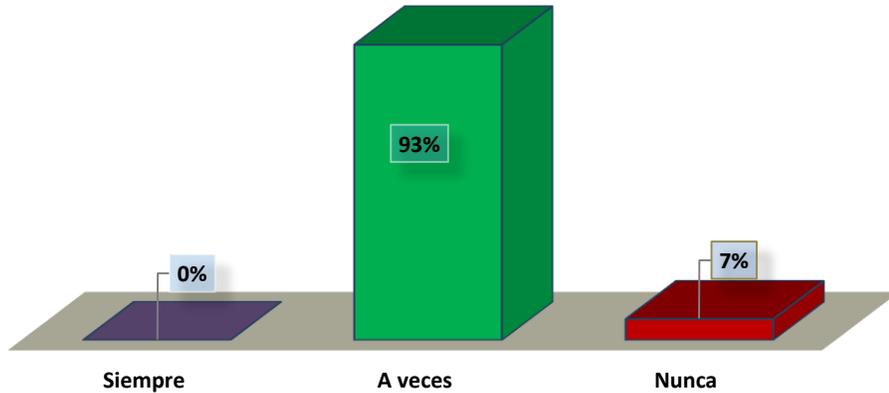
**Figura 51:** En el grafico nos da a conocer que el 53% de operarios realizan limpieza por obligación y no es una limpieza planificada.

### Frecuencia que un operario deja limpio y ordenado su zona de trabajo al terminar su jornada laboral



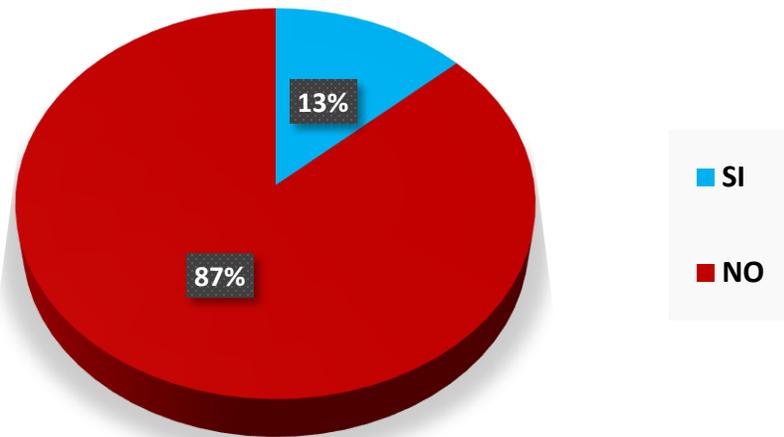
**Figura 52:** El 87% de los operarios a veces deja limpio y ordenado su zona de trabajo y tan solo un mínimo de 7% lo realiza siempre, estos resultados reflejan que no hay una disciplina

### Frecuencia con la que encuentra la fabrica limpia y ordenada al inicio de las labores



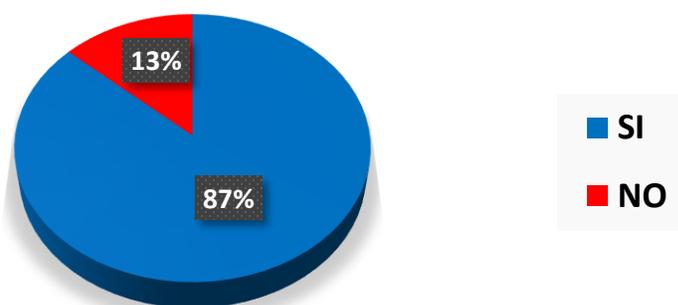
**Figura 53:** El 93 % de los operarios a veces encuentra limpia y ordenada el área de trabajo, lo que nos indica que no hay una programación de limpieza antes, durante o después del trabajo.

### La maquinaria recibe un mantenimiento adecuado



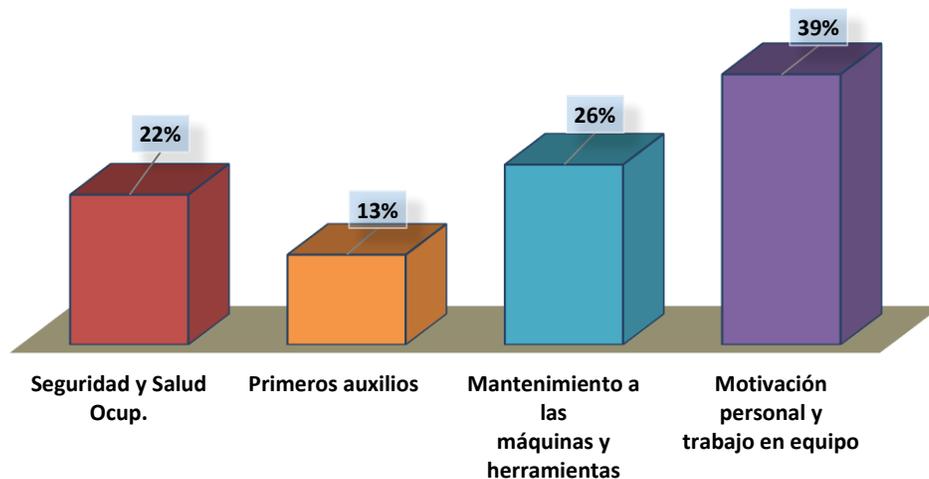
**Figura 54:** El 87 % indican que las maquinas no reciben un mantenimiento adecuado, esto nos conduce a la conclusión del porque hay tantas paradas de las máquinas, ya que el mantenimiento no es el adecuado ni programado.

### Postura frente a ser capacitados



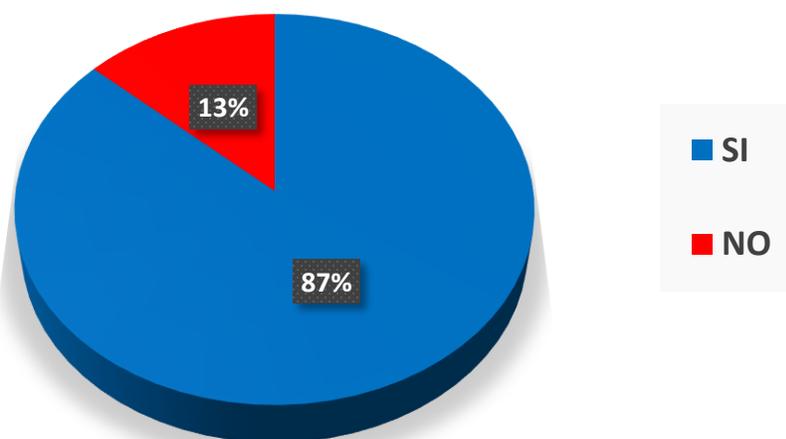
**Figura 55:** El 87 % indican que si están de acuerdo en ser capacitados, este porcentaje nos habla mucho con respecto a las ganas de que quieren seguir aprendiendo y es un indicador para que se sientan importantes en la empresa y puedan trabajar con más ímpetu.

### Temas en los que quisieran capacitarse los colaboradores



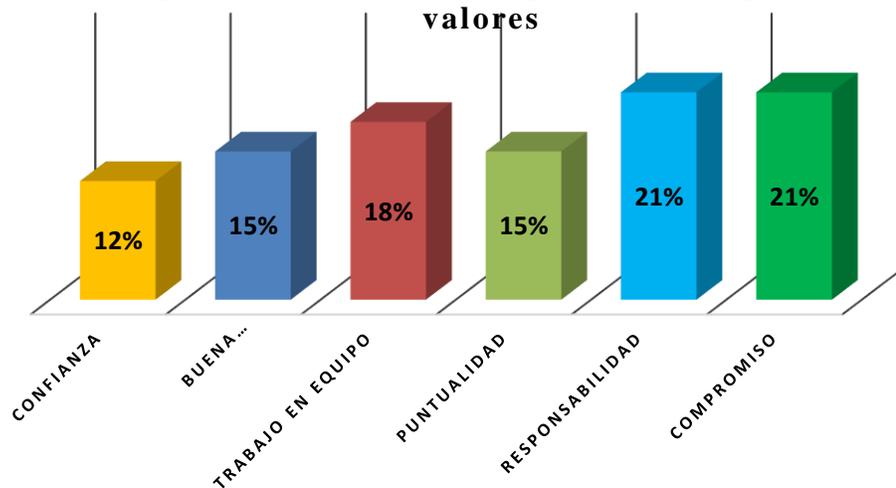
**Figura 56:** El 39 % de los encuestados mencionan que la motivación y trabajo en equipo son importantes, y cabe recalcar que otro de las capacitaciones que quieren recibir mantenimiento a las máquinas y sobre seguridad y Salud Ocupacional lo que nos dice que son puntos clave en donde la empresa le falta.

### Existe compañerismo en la empresa

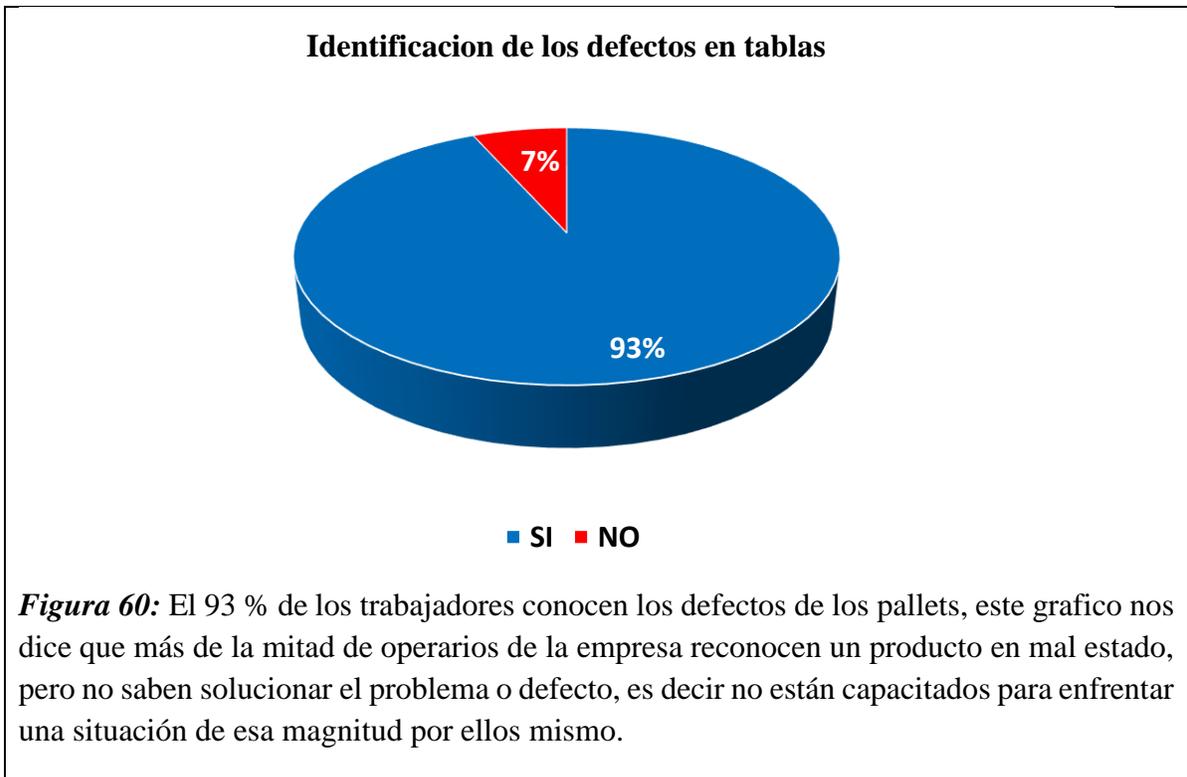
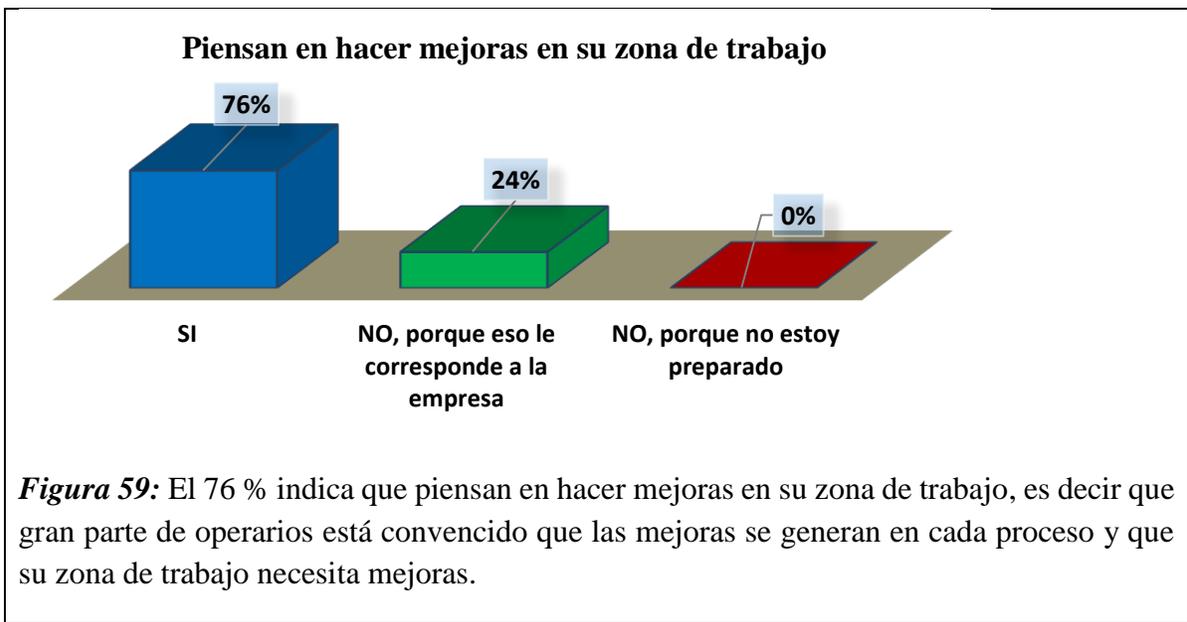


**Figura 57:** El 87 % indica que si existe compañerismo en la empresa, lo que nos puede decir que la mayoría de habilidades en el trabajo son aprendidas de los que tienen más experiencia.

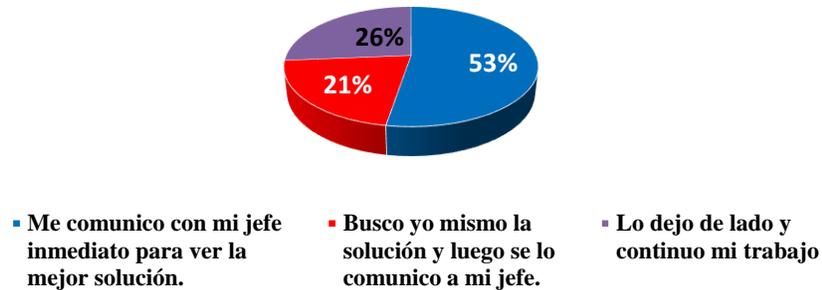
### Lo que más falta en la empresa con respecto a valores



**Figura 58:** El 21 % de los encuestados indican que falta responsabilidad y compromiso, el cual es un resultado de la falta de motivación y capacitación de parte del empleador al trabajador



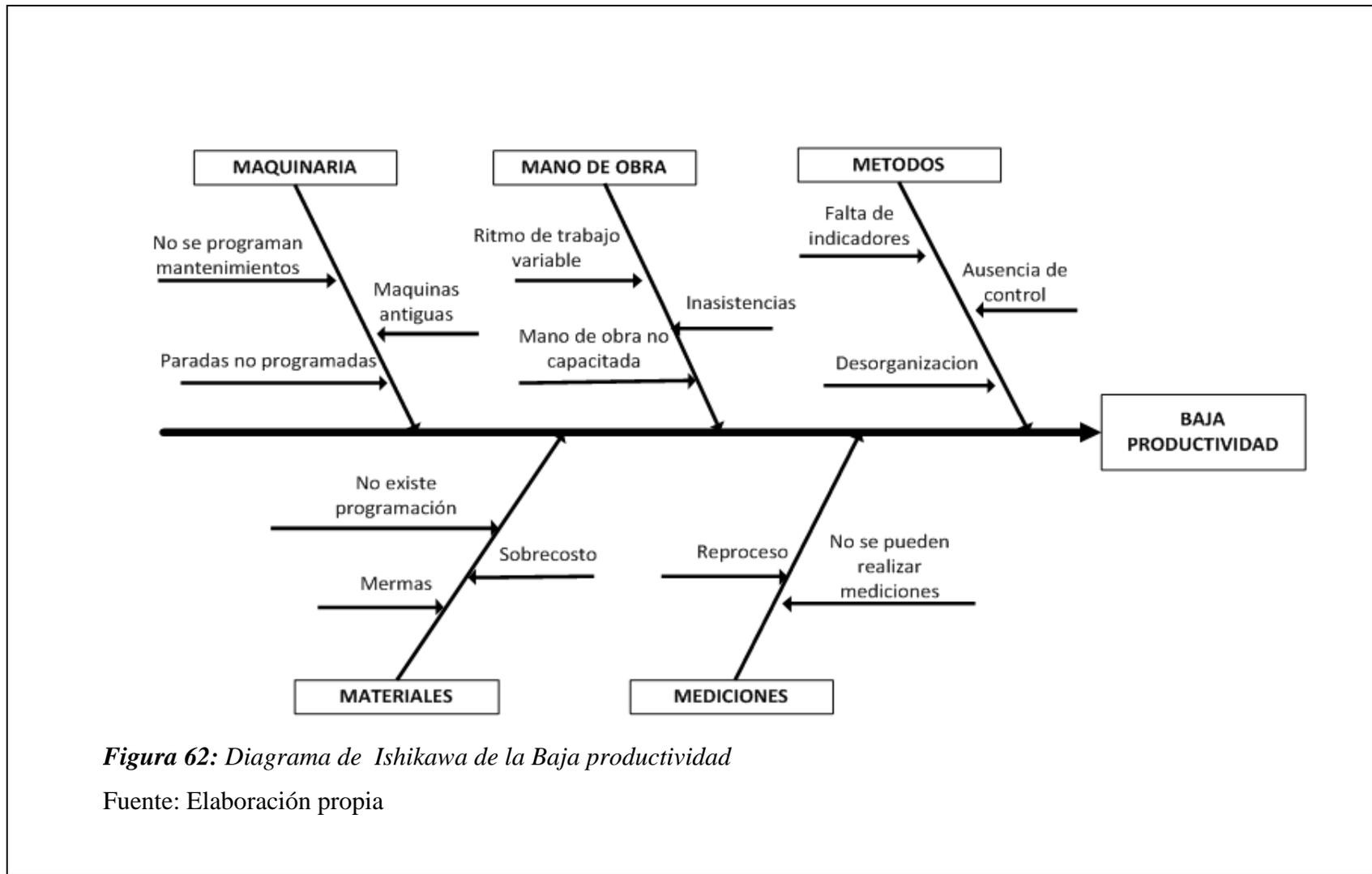
### Postura después de identificar un defecto en las tablas o parihuelas



**Figura 61:** El 53 % nos dice que los operarios no se encuentran con la capacidad aun de poder tomar decisiones, puede ser uno de los factores que les falta capacitación previa y cambiar a una nueva cultura a diferenciar problemas que están a su alcance solucionar y cuales no para solicitar la presencia de su jefe inmediato, pero una cantidad mínima son los que podrían tomar soluciones por si solos podemos decir que esos operarios pueden ser los que tienen más experiencia.

#### 3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico

Para el diagnóstico de la población se ha realizado el diagrama de ISHIKAWA, se convocó a los trabajadores en búsqueda de las posibles causas que originan la baja productividad. Los 22 trabajadores emitieron sus opiniones dando como resultado 12 posibles causas, las mismas que han sido agrupadas en las siguientes: maquinaria, mano de obra, métodos, materiales y mediciones, tal como se muestra en la figura 62.



**Figura 62:** Diagrama de Ishikawa de la Baja productividad

Fuente: Elaboración propia

Entonces una vez recopilado las 12 posibles causas se analizó cada una de ellas, con ayuda de los mismos trabajadores decepcionando sus opiniones y utilizando de apoyo la herramienta de Pareto para lograr obtener las causas más cercanas posibles que originan el problema de la baja productividad, se logró obtener los siguientes resultados como se muestra en la tabla y figura

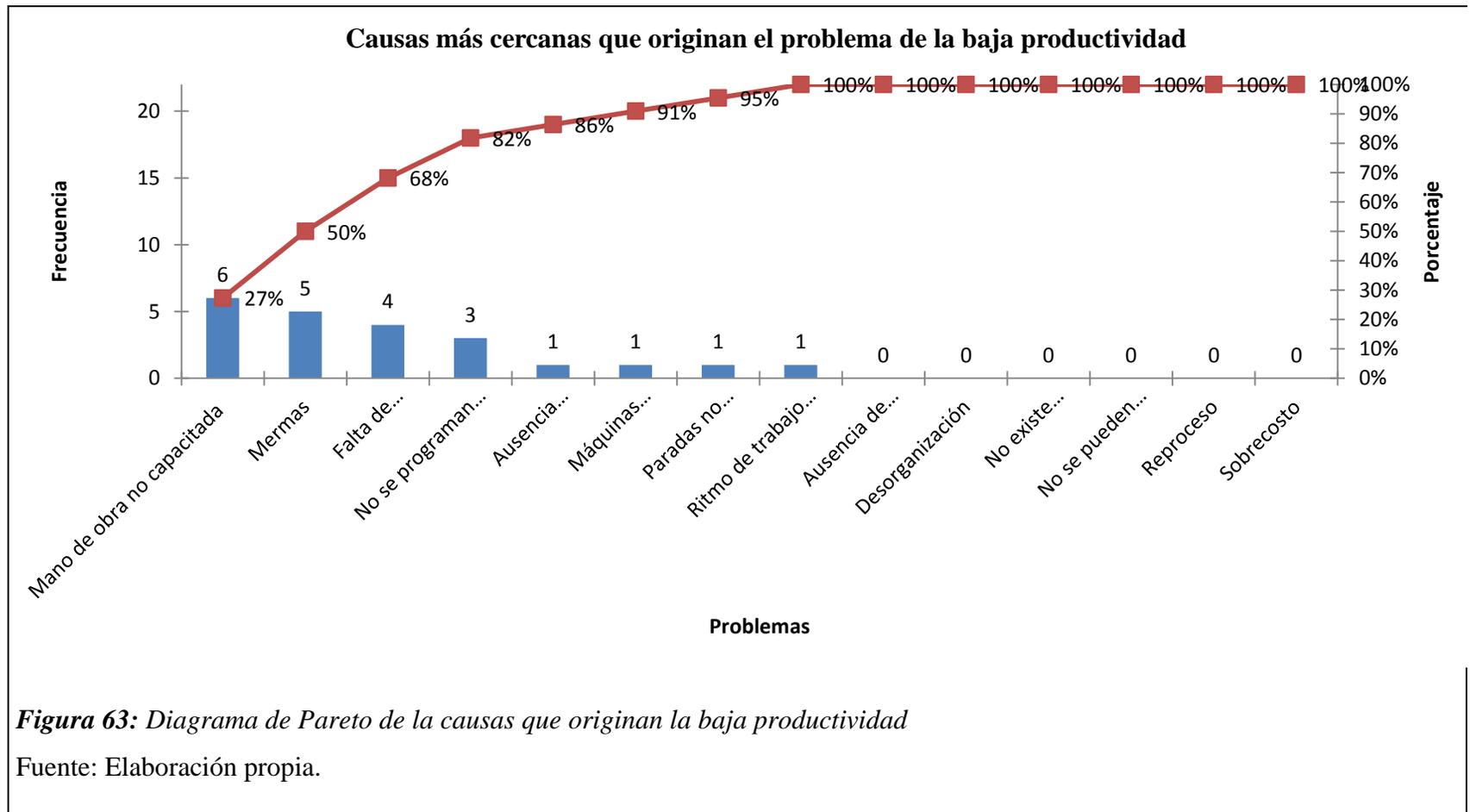
**Tabla 27**

*Posibles causas que originan la baja productividad*

<b>Posibles causas que originan una baja productividad en el proceso productivo de pallets en la Maderera Nuevo Perú S.A.C</b>				
<b>Causas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado</b>	<b>% Acumulado.</b>
<b>Mano de obra no capacitada</b>	6	27.27%	6	27.27%
<b>Falta de indicadores</b>	4	18.18%	10	45.45%
<b>Mermas</b>	5	22.73%	15	68.18%
<b>No se programan mantenimientos</b>	3	13.64%	18	81.82%
<b>Máquinas antiguas</b>	1	4.55%	19	86.36%
<b>Paradas no programadas</b>	1	4.55%	20	90.91%
<b>Ritmo de trabajo variable</b>	1	4.55%	21	95.45%
<b>Ausencia de control</b>	1	4.55%	22	100.00%
<b>Reproceso</b>	0	0.00%	22	100.00%
<b>Ausencia de capacitaciones</b>	0	0.00%	22	100.00%
<b>Desorganización</b>	0	0.00%	22	100.00%
<b>No existe programación</b>	0	0.00%	22	100.00%
<b>Sobrecosto</b>	0	0.00%	22	100.00%
<b>No se pueden realizar mediciones</b>	0	0.00%	22	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>100.00%</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber recibido sus opiniones con respecto a las 12 causas que nos arrojó la herramienta de Ishikawa, se graficó el diagrama de Pareto, donde nos dio como resultado 4 causas principales que originan la baja productividad en la empresa.



También se utilizó como apoyo en el análisis la herramienta VSM, la cual es de importante ayuda ya que fácilmente se puede visualizar o detectar los cuellos de botella, los tiempos muertos o la deficiencia de algún proceso en la producción de pallets.

Lo primero que se realizó fue identificar la familia la cual es la producción de pallets, y luego se trazó el VSM actual que se muestra en la figura, especificando los procesos, dando como datos adicionales que trabajan 22 operarios en el área de producción, con 8 horas/diarias de trabajo más 1 Hora/día de refrigerio, 24 días/mes. Una vez que se determinó los datos, se procedió a calcular el tiempo disponible

$$\textit{Tiempo disponible} = \textit{tiempo de jornada} - \textit{todas las paradas}$$

$$\textit{Tiempo disponible} = 28800 \text{ seg} - 4303 \text{ seg}$$

$$\textbf{Tiempo disponible} = \textbf{24497 seg}$$

Luego determinamos el Takt time con el tiempo disponible entre la demanda del producto que en este caso son 1500 unidades de pallets.

$$\textit{Takt time} = \frac{\textit{tiempo disponible}}{\textit{demanda del producto}}$$

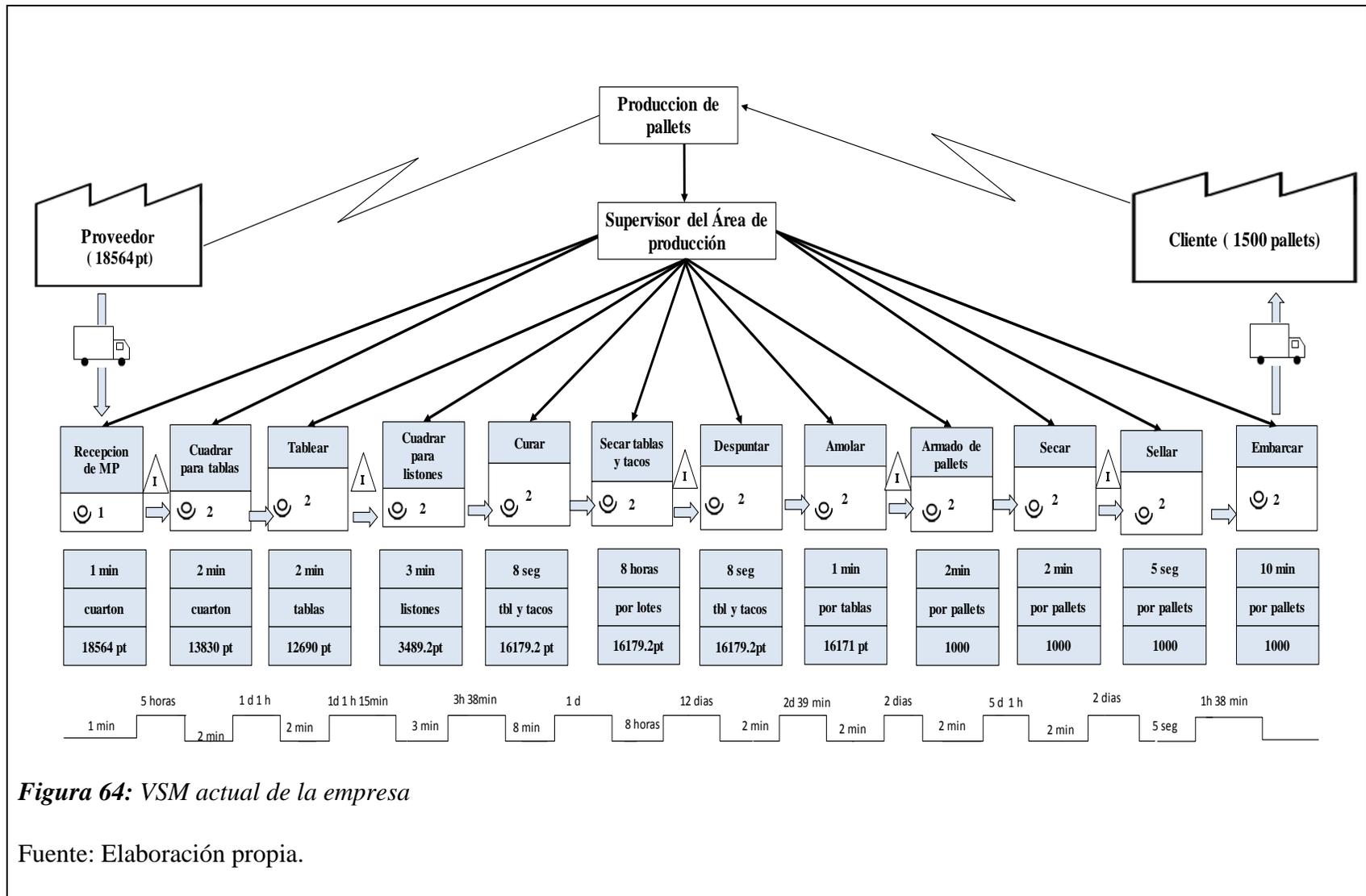
$$\textit{Takt time} = \frac{24497 \text{ seg}}{1500 \text{ unid}}$$

$$\textbf{Takt time} = \textbf{16 seg/unid}$$

El resultado del Takt time nos quiere decir que cada 16 seg se debería tener un producto terminado. También con el diagrama podemos hallar tiempo sin valor agregado y el tiempo del ciclo total que dan como resultado los siguientes:

Tiempo sin valor agregado = 26 días 12 horas 130 min

Tiempo del ciclo total = 8 horas 24 min 5 seg.



### 3.1.4. Situación actual de la productividad

El diagnóstico actual realizado en la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, se realizó con la ayuda del diagrama de Pareto ya que se identificaron tres modelos de pallets A, B y C que predominan la producción en donde están representados en la tabla 28, con el precio de venta de cada modelo respectivamente, lo cual nos dará pase para hallar el costo de la materia prima e insumos, mano de obra, maquinaria y equipo.

**Tabla 28**

*Producción de pallets con más frecuencia en Junio 2016- Junio 2017*

<b>Producción de Pallets durante los meses Junio 2016 - Junio 2017</b>				
<b>Modelo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio de venta (S/)</b>		<b>Total</b>
A ( 1.01 m x 1.21 m )	14938	67.26	S/.	1,004,729.88
B ( 1.00 m x 1.20 m )	11483	64.9	S/.	745,246.70
C (1.02 m x 1.22 m )	4500	68.44	S/.	307,980.00
<b>Total</b>	30921		<b>S/.</b>	<b>2,057,956.58</b>

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se identificó la producción en unidades y en costo, se procedió a calcular el costo total de materia prima e insumos para cada modelo de pallets, presentadas en la tabla 29 y de insumos en la tabla 30, los cuales están descritos por la cantidad requerida y precio.

**Tabla 29**

*Costo de materia prima por modelos*

<b>Costo de Materia prima por modelos</b>				
<b>Modelo</b>	<b>Pt por pallets</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio por pt (S/)</b>	<b>Total (S/)</b>
1.01 m x 1.21 m	19.166	14938	1.8	S/. 515,338.82
1 m x 1.20 m	18.564	11483	1.8	S/. 383,709.00
1.02 m x 1.22 m	21.542	4500	1.8	S/. 174,489.21
<b>TOTAL (S/)</b>				<b>S/.1,073,537.03</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 30, se describe los insumos requeridos y la cantidad a utilizar además del precio de compra, dando el costo total de insumos por cada modelo A, B y C de pallets.

**Tabla 30**

*Costo de insumos por modelos de pallets producidos*

<b>Costos de insumos por modelos</b>							
	<b>Insumos</b>	<b>Unid. de medida</b>	<b>Cantidad a utilizar</b>	<b>Producto</b>	<b>Compra</b>	<b>Precio de compra (S/)</b>	<b>Total (S/)</b>
<b>Modelo A</b>	Clavos	unidades	851466	9000und/caja	95	104	9839.16
	Preservante	litros	100	5 lt/galonera	20	45	900
	Lija	metros	50	1 m	50	6.73	336.5
	Pegamento	litros	30	5 lt/balde	6	43	258
<b>Sub total</b>							<b>11333.66</b>
<b>Modelo B</b>	Clavos	unidades	964572	9000und/caja	107	104	11146.17
	Preservante	litros	80	5 lt/galonera	16	45	720
	Lija	metros	35	1 m	35	6.73	235.55
	Pegamento	litros	20	5 lt/balde	4	43	172
<b>Sub total</b>							<b>12273.72</b>
<b>Modelo C</b>	Clavos	unidades	702000	9000und/caja	78	104	8112
	Preservante	litros	60	5 lt/galonera	12	45	540
	Lija	metros	20	1 m	20	6.73	134.6
	Pegamento	litros	15	5 lt/balde	3	43	129
<b>Sub total</b>							<b>8915.6</b>
<b>TOTAL</b>							<b>32522.98</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 31, se muestra el costo de mano obra de 22 operarios que trabajan en el área de producción, los cuales ningún operario está en planilla, el tiempo de pago está siendo considerado por 12 meses es decir de Junio 2016 hasta Junio del 2017, ya que de esos meses se llegó a obtener la producción de pallets de los modelos A, B y C.

**Tabla 31***Costo de mano de obra de operarios*

<b>Costo de mano de obra de los operarios de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C</b>						
<b>N°</b>	<b>Apellidos</b>	<b>Nombres</b>	<b>Pago en bruto ( S/)</b>	<b>Meses</b>	<b>Seguro contra accidentes</b>	<b>Total (S/)</b>
1	Alberca Guerrero	José Mario	1200	12	80	15360
2	Cahuaza López	Shosy Eliano	1200	12	80	15360
3	Céspedes Pirales	Luis	1200	12	80	15360
4	Delgado Montoya	Luis Humberto	1200	12	80	15360
5	Díaz Núñez	Jean Carlos	1200	12	80	15360
6	Fernández Quintana	Segundo	1200	12	80	15360
7	Guevara Fernández	José Eli	1200	12	80	15360
8	Huayanay Rosillo	Nelson	1200	12	80	15360
9	López More	Darwin	1200	12	80	15360
10	Orbe Paima	Juan	1200	12	80	15360
11	Lavalle Merino	Crhistian	1200	12	80	15360
12	Mateo García	Ronaldo	1200	12	80	15360
13	Masías Huamán	Yuri	1200	12	80	15360
14	Navarrete Olano	Carlos	1200	12	80	15360
15	Panduro del Águila	Juan Calixto	1200	12	80	15360
16	Peralta Mejía	Richar	1200	12	80	15360
17	Rivera Canales	Jean Paul	1200	12	80	15360
18	Santisteban Coronado	Erasmus	1200	12	80	15360
19	Vásquez Álvarez	Néstor	1200	12	80	15360
20	Vera Segovia	Percy	1200	12	80	15360
21	Villalobos Hernández	Dilmer	1200	12	80	15360
22	Zeña Chaves	Wilmer	1200	12	80	15360
<b>Total</b>			<b>26400</b>			<b>337920</b>

Fuente: Elaboración propia.

También se calculó el costo de la maquinaria y equipos, para ello se tuvo que determinar y luego sumar los costos de depreciación, de mantenimiento y de electricidad de la maquinaria y equipos, los cuales son descritos en las siguientes tablas.

En la tabla 32, se presenta el costo de depreciación de maquinaria y equipo, teniendo en cuenta tiempo de vida, D. anual que significa la depreciación anual con el tiempo desde que se compró el bien, obteniendo el costo actual y total de la depreciación de las máquinas y equipos.

**Tabla 32**

*Costo de depreciación de maquinaria y equipo*

<b>Costo de Maquinaria y equipos con depreciación</b>									
<b>Maquinaria o equipo</b>	<b>Cand.</b>	<b>Precio De compra (S/)</b>	<b>Tiempo de vida</b>	<b>D. anual</b>	<b>Año de compra</b>	<b>Tiempo de compra ( años )</b>	<b>Costo actual (S/)</b>		<b>Total</b>
Mesa circular	1	8000	10	800	2015	2	6400	S/.	6,400.00
Mesa circular	1	8000	10	800	2015	2	6400	S/.	6,400.00
Despuntadora H.	1	12000	10	1200	2015	2	9600	S/.	9,600.00
Despuntadora V.	2	11500	10	1150	2015	2	9200	S/.	18,400.00
Multilamina	1	13000	10	1300	2015	2	10400	S/.	10,400.00
Mesa canteadora	1	7500	10	750	2015	2	6000	S/.	6,000.00
Compresora V.	2	4399	10	439.9	2015	2	3519.2	S/.	7,038.40
Compresora H.	1	1760	10	176	2016	2	1408	S/.	1,408.00
Pistola	2	1391	10	139.1	2016	2	1112.8	S/.	2,225.60
Estocas	3	560	11	56	2016	2	44.18	S/.	1,344.55
Amoladora	1	650	10	65	2016	2	520	S/.	520.00
								<b>S/.</b>	<b>69,736.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación sigue la tabla 32 donde se describe el cálculo del costo mantenimiento, lo cual se considera a dos operarios trabajando 4 días al mes cada uno, además se describe los demás requerimientos para realizar el mantenimiento.

**Tabla 33***Costo de mantenimiento de la maquinaria y equipo*

<b>Costo de mantenimiento</b>						
<b>Requerimientos</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad requerida</b>	<b>días/mes</b>	<b>Meses</b>	<b>Precio (S)/día</b>	<b>Total</b>
Mano de obra	operario	2	4	12	100	S/. 9,600
		<b>Cantidad requerida</b>	<b>Veces de uso al mes</b>	<b>Comprar al año(unid)</b>		
Grasa	balde de 15 kg	80 gr	2	1	239	S/. 239
Aceite	pomo de 500 gr	750 gr	1	18	40	S/. 720
<b>Total</b>						<b>S/. 10,559</b>

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que para el siguiente cuadro no se consideró las estocas ya que no consumen energía, como se ve en la tabla 34, donde se calculó el costo de energía por cada máquina durante un año desde Junio 2016 hasta Junio 2017, obteniendo el siguiente resultado.

**Tabla 34***Costo de energía de máquinas y equipos*

<b>Consumo de energía por máquinas</b>							
<b>Máquinas</b>	<b>Cand.</b>	<b>KW-h</b>	<b>Modelos</b>	<b>Horas al mes</b>	<b>Meses al año</b>	<b>Costo por kw/h (S/)</b>	<b>Total</b>
Mesa circular	1	1.5	MS90L-4	192	12	0.69	S/. 2,384.64
Mesa circular	1	1.5	MS90L-4	80	12	0.69	S/. 993.60
Despuntadora H.	1	2.2	MS100L1-4	192	12	0.69	S/. 3,497.47
Despuntadora V.	1	2.2	MS100L1-4	120	12	0.69	S/. 2,185.92
Despuntadora V.	1	2.2	MS100L1-5	120	12	0.69	S/. 2,185.92
Multilamina	1	5.5	MS132S-4	192	12	0.69	S/. 8,743.68
Mesa canteadora	1	1.5	MS90L-4	60	12	0.69	S/. 745.20
Compresora V.	1	2.2	MS90L-5	192	12	0.69	S/. 3,497.47
Compresora V.	1	2.2	MS90L-6	192	12	0.69	S/. 3,497.47
Compresora H.	1	0.75	MS90L-6	64	12	0.69	S/. 397.44
Amoladora	1	0.72	MS90L-7	120	12	0.69	S/. 715.39
<b>Total</b>				<b>1524</b>			<b>S/. 28,844.21</b>

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenida los costos de depreciación, mantenimiento y consumo de energía, se procedió a obtenerlos los costos por hora/máquina, cabe recalcar que el cálculo se obtuvo de la multiplicación del costo total por las horas que trabajaron las máquinas que 18288 hora/año, durante el periodo de Junio 2016 hasta Junio 2017, obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 35**

*Costo total por hora/máquina*

<b>Costo de depreciacion por Hora/máquina</b>				
	<b>total (s/)</b>	<b>horas al año</b>	<b>total</b>	
S/.	69,736.00	18288	S/.	<b>3.81</b>
<b>costo de mantenimiento por Hora/máquina</b>				
	<b>total (s/)</b>	<b>horas al año</b>	<b>total</b>	
S/.	10,559.00	384	S/.	<b>27.50</b>
<b>costo de energia por hora/máquina</b>				
	<b>total (s/)</b>	<b>horas al año</b>	<b>total</b>	
S/.	28,844.21	18288	S/.	<b>1.58</b>
<b>SUMA TOTAL (hora/máquina)</b>			S/.	<b>32.89</b>
<b>COSTO TOTAL AL AÑO</b>			S/.	<b>601,452.58</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 35, nos especifica los resultados de costo por hora/máquina de depreciación, de mantenimiento y de energía, obteniendo por hora trabajada de las máquinas un costo de S/ 32.68.

Una vez obtenido los costos de materia prima e insumos, mano de obra, de maquinaria y equipos, se procedió a obtener la productividad respectivamente por los modelos A, B y C, los cuales los resultados representados en la siguientes tablas.

En la tabla 36, se presenta la productividad actual de materia prima e insumos de la empresa, por los modelos A con una productividad de 1.91, modelo B con una productividad de 1.88 y el modelo C con 1.68, siendo la menor productividad este modelo.

**Tabla 36**

*Productividad actual de materia prima e insumos*

<b>Productividad actual de Materia prima e insumos</b>	
<b>Modelo A</b> <b>(1.01 m x 1.21m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ A\ (soles)}{Materia\ Prima\ e\ insumos\ (soles)}$
<b>Productividad = 1.91</b>	
<b>Modelo B</b> <b>(1.0 m x 1.20 m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ B\ (soles)}{Materia\ Prima\ e\ insumos\ (soles)}$
<b>Productividad = 1.88</b>	
<b>Modelo C</b> <b>(1.02 m x 1.22 m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ C\ (soles)}{Materia\ Prima\ e\ insumos\ (soles)}$
<b>Productividad = 1.68</b>	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 37, se presenta la productividad de mano de obra de la empresa por los modelos A con una productividad de 2.97, modelo B con una productividad de 2.21 y el modelo C con 0.91, siendo la menor productividad de este modelo.

**Tabla 37***Productividad actual de mano de obra*

<b>Productividad actual de Mano de Obra</b>	
<b>Modelo A</b> <b>(1.01 m x 1.21m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ A\ (soles)}{Mano\ de\ obra\ (soles)}$
<b>Productividad = 2.97</b>	
<b>Modelo B</b> <b>(1.0 m x 1.20 m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ B\ (soles)}{Mano\ de\ obra\ (soles)}$
<b>Productividad = 2.21</b>	
<b>Modelo C</b> <b>(1.02 m x 1.22 m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ C\ (soles)}{Mano\ de\ obra\ (soles)}$
<b>Productividad = 0.91</b>	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 38, se presenta la productividad de maquinaria y equipos de la empresa por los modelos A, B y C.

**Tabla 38***Productividad actual de maquinaria y equipos*

<b>Productividad actual de Maquinaria y equipos</b>	
<b>Modelo A</b> <b>(1.01 m x 1.21m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ A\ (soles)}{Maquinaria\ y\ equipos(soles)}$
<b>Productividad = 1.67</b>	
<b>Modelo B</b> <b>(1.0 m x 1.20 m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ B\ (soles)}{Maquinaria\ y\ equipos(soles)}$
<b>Productividad = 1.24</b>	
<b>Modelo C</b> <b>(1.02 m x 1.22 m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ C\ (soles)}{Maquinaria\ y\ equipos(soles)}$
<b>Productividad = 0.512</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener la productividad de maquinaria y equipo se realizó la multiplicación de costo en soles de Hora/máquina que se obtuvo en la tabla 35, por el número de horas trabajadas de las maquinas al año desde Junio 2016 hasta Junio 2017, obteniendo la productividad especificados en la tabla 38, siendo la productividad menor del modelo C.

Por último se obtuvo la productividad global actual de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, por los modelo A, B y C, la suma de la producción en soles entre el costo de materia prima e insumos, mano de obra, maquinaria y equipo utilizados durante Junio 2016 hasta Junio 2017, arrojando una productividad actual de 1.01, como se muestra en la tabla 39.

**Tabla 39**

*Productividad Global actual*

<b>Productividad Global actual</b>	
<b>Modelo A,B y C</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ A,\ B\ y\ C\ (soles)}{(M.P. + I + Maquinaria + Equip. + M. O.)\ (soles)}$
<b>Productividad =</b>	<b>1.01</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **3.2. Propuesta de la investigación**

#### **3.2.1. Fundamentación**

Para la presente investigación se propuso crear un Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma, que se fundamentan en dos herramientas que se encargaran de mejorar la productividad del proceso productivo de pallets, estas herramientas son Lean y Six Sigma.

Lean es un conjunto de herramientas que su aplicación hace que reduzcan los residuos dando como resultado una mejor producción y por ende un aumento en la productividad.

Six Sigma es también un conjunto de controles que se basan en la metodología DMAIC eliminando errores en la producción y dando como resultado una mejora en la productividad.

Es decir la materia prima al ingresar pasa por una serie de procesos, generando residuos o mermas para poder obtener un producto final entonces podemos decir que:

$$\textit{Materia prima} = \textit{Producto} + \textit{residuos o mermas}$$

Entonces decimos que, si los residuos aumentan la producción disminuye y es ahí donde ingresa la aplicación de un Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma, dando como resultados la disminución de residuos y el aumento de la producción, llegando a estos resultados la productividad mejorará.

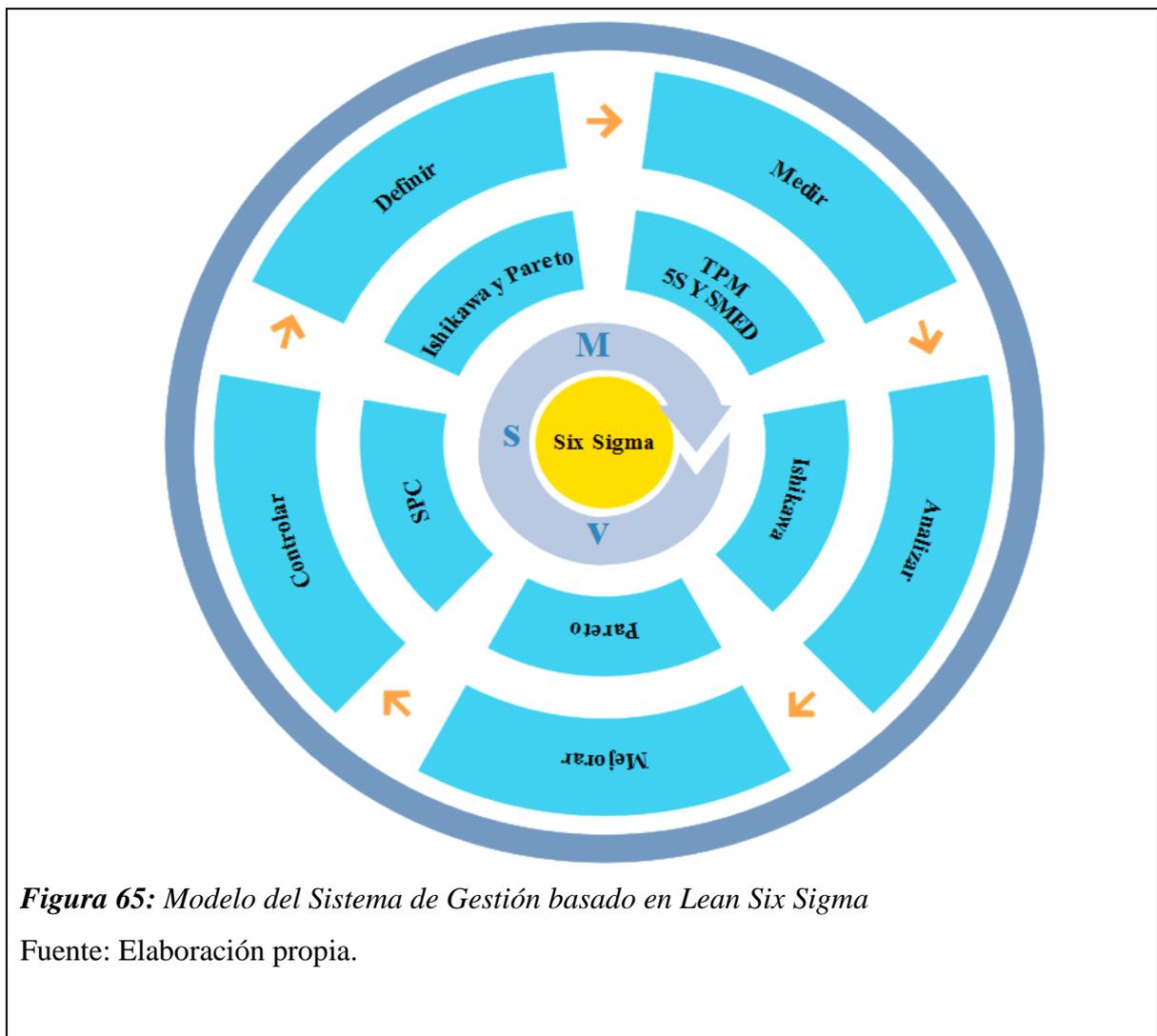
### **3.2.2. Objetivos de la propuesta**

- a) Ordenar y limpiar el área de producción con la metodología 5S.
- b) Reducir los tiempos de paradas de las maquinas con la metodología SMED
- c) Programar mantenimientos preventivos para la maquinaria con la metodología TPM.

### 3.2.3. Desarrollo de la propuesta

La presente propuesta tiene como propósito mejorar la productividad en el proceso productivo de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, utilizando un Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma.

El Sistema Gestión basado en Lean Six Sigma se fundamenta en dos herramientas que son el Six Sigma el cual su función principal es reducir los errores o defectos del producto y las 5 S que persiguen reducir la variabilidad de los indicadores de la productividad en la empresa.



**Figura 65:** Modelo del Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma

Fuente: Elaboración propia.

### **3.2.3.1. Aplicación de Six Sigma**

Este método se desarrolló para mejorar el proceso productivo de pallets al reducir la variabilidad en cada una de las operaciones, resultados que fueron posibles a la reducción o eliminación en algunos casos de los defectos que se presentaron durante la producción de pallets.

Este Sistema de Gestión utilizó una herramienta denominada DMAIC, que significa Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

#### **3.2.3.1.1. Fase Definir**

Esta aplicación es el primer paso de la herramienta DMAIC, que permitió definir los procesos u operaciones que serían mejorados.

En esta etapa de acuerdo al diagnóstico actual, se encontró que existen 4 causas principales que afectan a la productividad con la aplicación de las herramientas Ishikawa y Pareto.

Las causas que se afectan a la productividad de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C son las siguientes:

- **Mano de obra no capacitada**

En la empresa se encontró un déficit en la mano de obra y era porque al ingresar y un operario no recibe una debida capacitación de acuerdo a las funciones de las que llevara a cabo, lo cual se expone abiertamente al operario a que sufra un incidente o en el peor de los casos un accidente, otro de los efectos que podría provocar el no capacitar al personal es que los hace sentir que no son importantes en la empresa y por ende podría bajar el compromiso y empeño en su trabajo.

Y el personal que ya tiene un cierto tiempo en la empresa tampoco recibe capacitaciones, por lo que es necesario ser capacitado para solucionar algún problema o ayudar al que lo tiene y qué hacer ante algún evento.

- **Falta de indicadores**

Maderera Nuevo Perú S.A.C, es una empresa que empezó trabajando con una informalidad y sin control alguno en producción ya que lo único que consideraban eran sus ventas.

Dentro de la empresa no había indicadores de materia prima aserrada, cortada, cantidad de merma, productos defectuosos y productos terminados diarios y por lo tanto se desconocía la productividad.

- **Merms**

En la empresa no existe un debido control de los residuos o merma que se genera la producción de pallets de madera, por ende esta merma está generando grandes complicaciones antes, durante y después del proceso productivo por diversos motivos porque al no tener un control de la merma no se sabe cuánto se está perdiendo de materia prima, además genera un desorden en cada proceso, dando así una obstrucción de los pasadizos y poniendo en peligro al personal del área de producción.

- **No existe una programación de mantenimiento a las maquinas**

Esta última causa que se pudo recepcionar tras las opiniones de los operarios del área de producción, dejó muy en claro que era una causa importante del porque muchas máquinas paran constantemente, es a raíz de que las máquinas o equipos no reciben una debida inspección en manos de un especialista, ya que muchas veces los mismos operarios se ven forzados a realizarlo sin estar debidamente capacitados, dándole solución pocas veces.

Estas paradas inesperadas para realizar algún mantenimiento o mejora a la maquina sin ser previa programación, generan que la producción pare intempestivamente, sin tener nada programado para que no afecte a la producción.

## **Propuesta**

Para subsanar todas las causas que fueron seleccionadas por los operarios del área de producción y fueron expuestas anteriormente se propuso las siguientes soluciones:

### **a. Capacitación al personal**

La capacitación y el adiestramiento que se propone, tiene como objetivo los siguientes:

- Incrementar y mejorar los conocimientos y habilidades del operario en su función, así como brindarles información sobre la aplicación de nueva tecnología para aplicarlo en el área de producción.
- Preparar al operario para que pueda realizar varias funciones.
- Prevenir riesgos de un incidente o accidente en el trabajo.
- Incrementar la productividad del recurso humano.
- Mejorar las aptitudes del operario hacia con la empresa.

Las capacitaciones se darán en el mismo centro de trabajo de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, y participaran todos los involucrados del área de producción, dichas capacitaciones se realizarán 4 veces durante un mes y serán dictadas durante las horas laborables, los días señalados por la Gerencia.

Para llevar a cabo la propuesta se contratara a un especialista en manejo de maquinaria, herramientas y Seguridad Industrial con experiencia en industria maderera.

### **b. Desarrollo de indicadores**

Para un mejor control de la productividad, se plantean los siguientes indicadores que se encuentran en la producción de pallets.

- N° de cuartones cortadas por hora.
- N° de tablas cortadas por hora.
- N° de tablas despuntadas por hora.
- N° de parihuelas armadas por hora - hombre
- Porcentaje de mermas obtenidas por días.

**c. Plan para la disminución de merma**

Para que haya un mejor uso de la materia prima en cada proceso que con lleva la producción de pallets se estableció el siguiente plan:

- Establecer un control de humedad a los cuartones, en la zona de recepción de materia prima, con un rango máximo y mínimo permisible, con lo cual se estima que se podrá disminuir la merma en un 50%.
- Seleccionar y ordenar los cuartones con una previa señalización de acuerdo a medidas para un mejor uso de la materia prima, de esta manera se podrá disminuir la merma estimando un 50%.
- Capacitar al personal para un mejor manejo y uso de los recursos de la producción de pallets.
- Capacitar al personal para dar un mejor uso a la merma que pueda reutilizarse por lo menos en un 10%.

**d. Programación de mantenimiento de maquinaria y equipo**

A continuación se describirá una programación de mantenimiento que debe tener cada máquina y equipo que son usados en el área de producción.

**Máquina mesa circular**

- Realizar el mantenimiento de los discos en cuanto el disco pierda el filo cortante o también empiece a forzar durante el corte de la madera.
- Verificar la posible presencia de dientes dañados o agrietados.
- Por cada ciclo de trabajo, limpiar bien la máquina es decir limpiar todas sus partes aspirando las virutas, aserrín y el polvo acumulado.
- Limpiar una vez por semana, todos los acoplamientos móviles de la máquina y lubricarlos utilizando aceite y grasa.

- El cambio de fajas de la maquina deberá ser de acuerdo al uso o que se requiera. Para ello es necesario el personal que manipula la maquinaria tenga una preparación y tenga una competencia técnica específicas, con el fin de evitar daños a la máquina y riesgos para las personas.

### **Máquina despuntadora**

- Realizar la afiliación de los discos en cuanto el disco pierda el filo cortante o también empiece a forzar durante el corte de la madera.
- Verificar la posible presencia de dientes dañados o agrietados.
- Por cada ciclo de trabajo, limpiar bien la máquina es decir limpiar todas sus partes aspirando las virutas, aserrín y el polvo acumulado.
- Limpiar una vez por semana, todos los acoplamientos móviles de la máquina y lubricarlos utilizando aceite y grasa.

### **Maquina multilamina**

- Realizar la afiliación de los discos en cuanto el disco pierda el filo cortante o también empiece a forzar durante el corte de la madera.
- Verificar la posible presencia de dientes dañados o agrietados.
- Por cada ciclo de trabajo, limpiar bien la máquina es decir limpiar todas sus partes aspirando las virutas, aserrín y el polvo acumulado.
- Limpiar una vez por semana, todos los acoplamientos móviles de la máquina y lubricarlos utilizando aceite y grasa.

### **Compresora**

- Inspeccionar el nivel del refrigerante una vez por semana, de preferencia antes de empezar a ser utilizado.
- Inspeccionar la temperatura de descarga (aire) una vez por semana, antes de ser utilizado.

- Verificar filtro del refrigerante cada 150 horas trabajadas.
- Limpiar los orificios y rejilla de barrido del separador cada 4000 horas trabajadas.
- Cambiar filtro de aire cada 4000 horas trabajadas.
- Cambiar el refrigerante cada año.
- Dar lubricación al motor cada 98 horas de trabajo.

### **Pistola de clavos**

- Diariamente se tiene que limpiar la clavadora e inspeccionar la instalación de alimentación de aire comprimido. Para la limpieza, utilizar productos no inflamables. Precaución: no sumergirla completamente en ninguna solución ya que podría dañar las juntas y otras partes de la herramienta.
- Controlar el buen funcionamiento del deshumecedor y del lubricante de aire comprimido. Limpiar los filtros periódicamente, regular el lubricante siguiendo los consejos del Constructor ya que una acumulación excesiva de humedad provoca corrosión y bajones de potencia.
- Utilizar el tipo de aceite recomendado para lubricar máquinas neumáticas. Diversos tipos de aceite pueden formar espuma y condicionar negativamente las prestaciones de la pistola fijadora.
- Regular la lubricación de forma que se garantice una mezcla correcta (2 o 3 gotas cada 4 horas de funcionamiento).

### **Amoladora**

- Cambio de carbón cada vez que sea necesario.
- Realizar la limpieza por cada pieza de la amoladora, un vez por semana o dependiendo de la magnitud del uso.
- Cambiar lija al plato de acuerdo al uso.

Actualmente en la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, no se realiza mantenimiento preventivo programado por lo que existen muchas paradas para darle un mantenimiento correctivo y lo único que ocasionan son, pérdidas de producción y tiempo muertos en el proceso.

Se tomó muestra de 3 máquinas para calcular cuánto se pierde por parada para limpiar de la merma que se amontona en la parte interna y externa de la máquina, durante la producción, como se muestra en las tablas 39, 40 y 41, las cuales son las maquinas mesa circular, multilamina y despuntadora horizontal respectivamente por motivo de estas son las principales en el proceso productivo de pallets.

En la tabla 40 se muestra que la maquina mesa circular se evaluó que el tiempo por parada de máquina para limpieza interna y externa es un aproximado de 10 min, obteniendo una pérdida de S/4218.75 al producir 1500 pallets promedio del modelo 1.01 m x 1.21m.

**Tabla 40**

*Muestra de cuanto se pierde por parada al mes en la maquina mesa circular*

<b>Mesa circular</b>	
<b>Datos</b>	<b>Cálculo</b>
Nº de paradas: 2 veces al día.	Entonces :
Tiempo: 10 min/parada	Al día pierde : $2 \text{ veces} * 10 \text{ min} = 20 \frac{\text{min}}{\text{dia}} = 8 \frac{\text{hora}}{\text{mes}}$
Horas de trabajo: 8 hrs/día	Horas productivas: $8 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} * 24 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} = 192 \frac{\text{hora}}{\text{mes}}$
Días de trabajo: 24 días/mes	Si produce: 1500 pallets a S/ 67.50 c/u = S/ 101250.00
Producción: 1500 pallets (1.01m x 1.21m) / mes - promedio	$192 \text{ horas} - - - 101250.00$ $8 \text{ horas} - - - - X$
Costo por unidad: S/ 67.50	Entonces podemos decir que se pierde S/ 4218.75, por paradas, al producir 1500 pallets.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 41 se muestra que la maquina multilamina se evaluó que el tiempo por parada de máquina para limpieza interna y externa es un aproximado de 15 min, obteniendo una pérdida de S/3164.06, al producir 1500 pallets promedio del modelo 1.01 m x 1.21m.

De igual manera en la tablas 42, se calculó para la maquina despuntadora horizontal se evaluó que el tiempo por parada de máquina para limpieza interna y externa es un aproximado de 15 min, obteniendo una pérdida de S/6328.125, al producir 1500 pallets promedio del modelo 1.01

**Tabla 41**

*Muestra de cuanto se pierde por parada al mes en la maquina Multilamina*

<b>Multilamina</b>	
<b>Datos</b>	<b>Cálculo</b>
Nº de paradas: 1 vez al día.	Entonces:
Tiempo: 15 min/parada	Al día pierde : $1 \text{ vez} * 15 \text{ min} = 15 \frac{\text{min}}{\text{día}} = 6 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}$
Horas de trabajo: 8 hrs/día	Horas productivas al mes: $8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 192 \frac{\text{hora}}{\text{mes}}$
Días de trabajo: 26 días/mes	Si produce: 1500 pallets a S/ 67.50 c/u = S/ 101250.00
Producción: 1500 pallets (1.01m x 1.21m) / mes - promedio	$192 \text{ horas} - - - 101250.00$ $6 \text{ horas} - - - - X$
Costo por unidad: S/67.50	Entonces podemos decir que se pierde S/ 3164.06, por paradas al producir 1500 pallets.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 42**

*Muestra de cuanto se pierde por parada al mes en la maquina despuntadora h.*

<b>Despuntadora horizontal</b>	
<b>Datos</b>	<b>Cálculo</b>
Nº de paradas: 2 veces/día	Entonces:
Tiempo: 10 min/parada	Al día pierde : $2 \text{ veces} * 10 \text{ min} = 20 \frac{\text{min}}{\text{dia}} = 8 \frac{\text{hora}}{\text{mes}}$
Horas de trabajo: 8 hrs/día	Horas productivas: $8 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} * 24 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} = 192 \frac{\text{hora}}{\text{mes}}$
Días de trabajo: 26 días/mes	Si produce: 1500 pallets a S/ 67.50 c/u = S/ 101250.00
Producción: 1500 pallets (1.01m x 1.21m) / mes - promedio	$\begin{array}{r} 192 \text{ horas} - - - 101250.00 \\ 8 \text{ horas} - - - - X \end{array}$
Costo por unidad: S/67.50	Entonces podemos decir que se pierde S/ 4218.75, por paradas, al producir 1500 pallets.

Fuente: Elaboración propia

### **3.2.3.1.2. Fase Medir**

En la fase de medir el objetivo principal es cuantificar el desempeño de todo el proceso de producción de pallets, para luego poder analizar todos los indicadores, para ello utilizaremos las siguientes herramientas:

#### **A. SPC (Control estadístico de los procesos)**

Esta herramienta consiste en medir la variabilidad de los procesos ayudado por el control estadístico, haciendo uso del SPC para Excel.

Con esta herramienta se busca encontrar las causas asignables para mejorar el proceso y reducir los errores, por lo que es motivo de proponerla, la ventaja de su aplicación se muestra en el siguiente ensayo:

Para realizar el ensayo se tomó como muestra 10 pallets del modelo (1.00m x 1.20m), sacando el n° de defectos de cada una de ellas. Los defectos que se detectaron fueron:

- Tablas rajadas
- Clavos mal chancados
- Tablas mal puestas o sobresalidas
- Tacos mal clavados
- Manchas de la tablas

De los cuales dicho defectos encontrados se representan en la siguiente tabla para poder graficar en el modelo SPC y poder encontrar las causas asignables.

**Tabla 43**

*N° de defectos de pallets producidos*

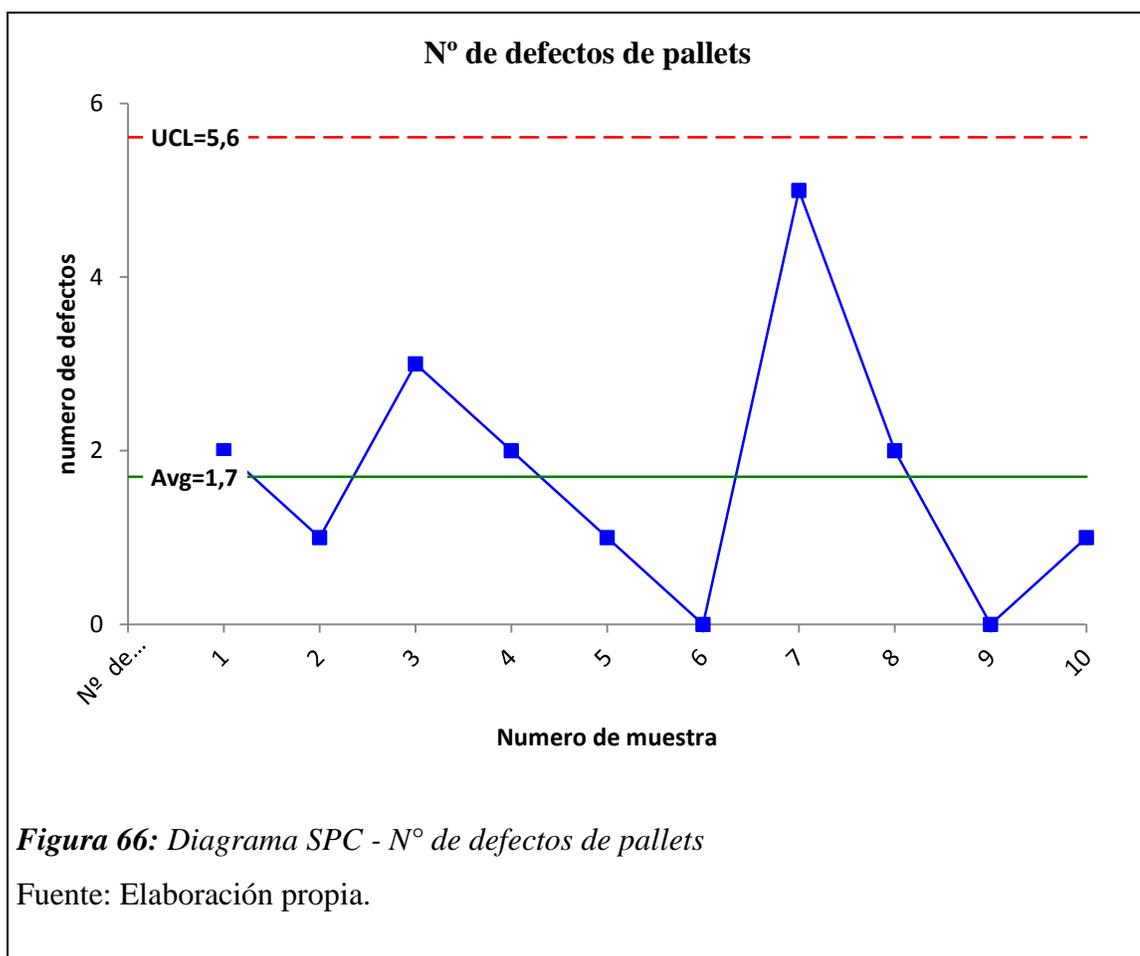
<b>N° de defectos de pallets de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C</b>		
<b>N° de muestra</b>	<b>Modelo</b>	<b>N° de defectos</b>
<b>1</b>	1. 00 m x 1.20 m	2
<b>2</b>	1. 00 m x 1.20 m	1
<b>3</b>	1. 00 m x 1.20 m	3
<b>4</b>	1. 00 m x 1.20 m	2
<b>5</b>	1. 00 m x 1.20 m	1
<b>6</b>	1. 00 m x 1.20 m	0
<b>7</b>	1. 00 m x 1.20 m	5
<b>8</b>	1. 00 m x 1.20 m	2
<b>9</b>	1. 00 m x 1.20 m	0
<b>10</b>	1. 00 m x 1.20 m	1

Fuente: Elaboración propia.

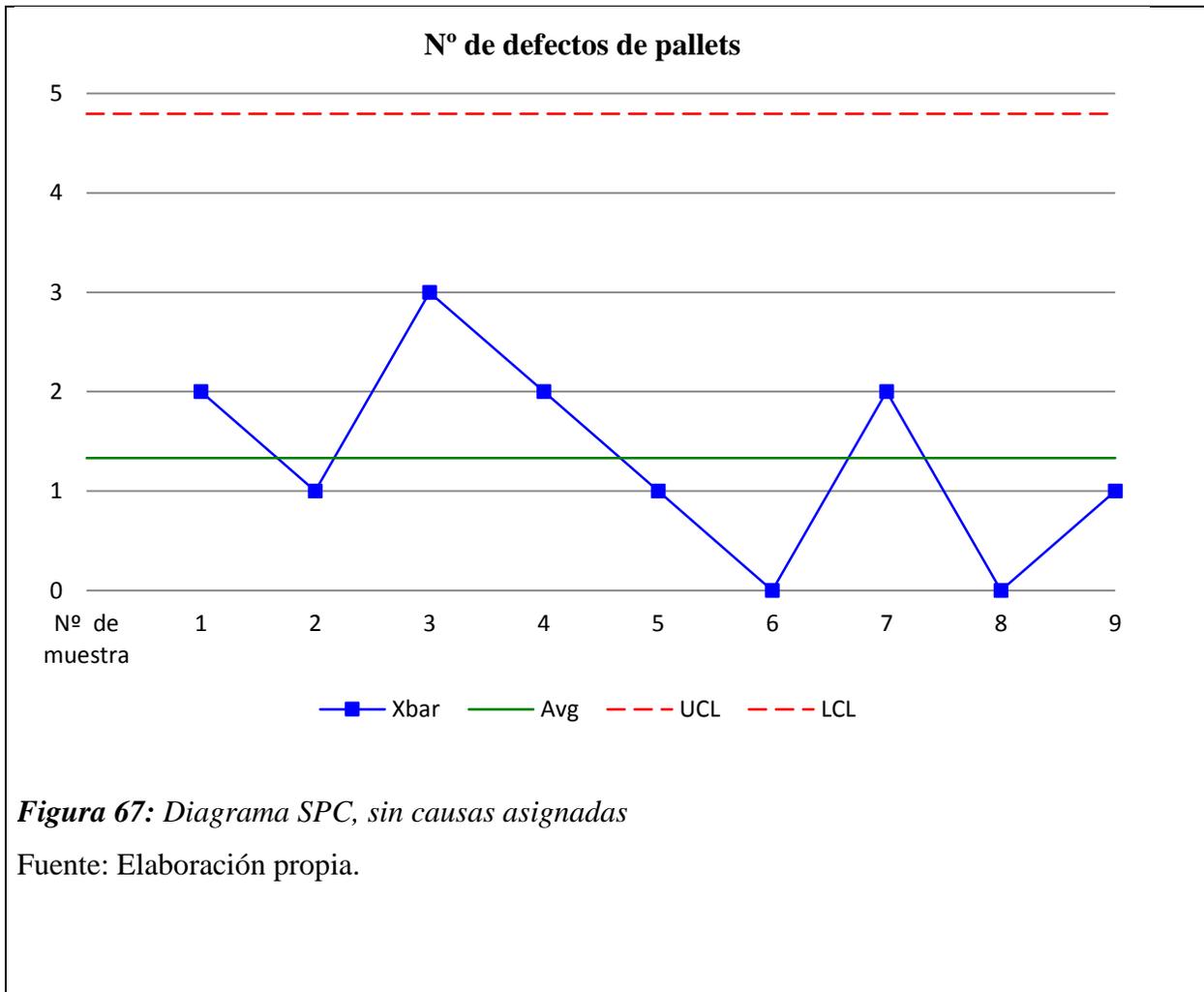
Una vez detectado el N° de defectos por pallets, se procede a graficar como se muestra en la figura 66, con la ayuda del programa SPC en Excel.

En el diagrama SPC, nos indica que el límite superior (UCL) es de 5,612 y su límite inferior (CL) es de 1,700, se observa alta variabilidad en los datos de los defectos de pallets sin que muestre valores fuera de los rangos permisibles.

Sin embargo con el propósito de disminuir los errores o defectos se optó por separar los pallets con 5 defectos y se volvió a aplicar el diagrama SPC en el que se observa el proceso controlado con menos variabilidad.



Sin embargo el propósito de graficar el número de defectos que se pueden encontrar en los pallets utilizando el SPC para Excel, es disminuir los errores o defectos es por ello que se optó por separar los pallets con 5 defectos y se volvió a aplicar el diagrama SPC para Excel en el que se observa en la figura 66 que el proceso está controlado con menos variabilidad



## B. Mantenimiento productivo total (TPM)

Esta filosofía tiene como objetivos eliminar fallos, incidentes, defectos y paradas con respecto a la maquinaria que se utiliza durante el proceso productivo.

Para este proyecto de investigación se ha considerado tomar solo dos de los 8 pilares que cuenta el TPM, los cuales son Mantenimiento autónomo y Mantenimiento preventivos. Estos dos pilares se tomaron porque están ligados a solucionar los problemas principales de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C. Otro punto por el cual se tomó en cuenta a estos dos pilares es por tema de costos y de tiempo.

Para plantear el Mantenimiento autónomo y preventivo se deberá seguir los siguientes pasos preliminares a la aplicación:

- **Preparar a los involucrados**

Este paso consistirá en realizar una reunión con la Gerencia y plantear los dos pilares, explicar la filosofía TPM, objetivos, beneficios y porque se quiere proponer solo los dos pilares del TPM en la empresa, dando así también las metas que se quiere lograr.

A demás las reuniones tiene como finalidad no solo de explicar el programa si no de tomar decisiones. Se deberán plantear y establecer el “equipo de trabajo TPM”, que estará a cargo o al mando del Supervisor del área, dicho equipo deberá estar conformado por representantes del área involucrada es decir del Área de producción y una parte de gerencia dando así la fiabilidad de los resultados del programa.

La finalidad de seleccionar un equipo de trabajo TPM” es para ayudar en la aplicación del programa, proponer mejoras y evaluar decisiones de grupo ante algún problema o nueva idea propuesta por el equipo. El equipo que se seleccionará tendrá que ser debidamente capacitado así como a la Gerencia, además de definirle sus funciones a cada uno de los seleccionados.

- **Fomentar el programa de TPM**

Una vez de sensibilizar a la gerencia se procederá a fomentar el programa de TPM en la empresa, empezando por el área involucrada que será el área de producción donde se tendrá que realizar reuniones con el personal que estará a cargo del supervisor para explicar sobre el programa TPM, cambiándoles a una nueva cultura y se llevará a cabo en el mismo centro de trabajo.

La fomentación se propondrá a que se realice de forma escrita, oral y visual, dando por escrito en sus folletos que se deberán entregarse en cada reunión planificada por el supervisor del área, oral ya que en cada reunión se explicarán los métodos de cómo se planificará el programa TPM y en que consiste además de forma visual algo que será muy agradable, poniendo

la creatividad de todo el personal con dibujos o pancartas, con el fin de fomentar el programa TPM en la empresa.

- **Evaluar el programa de TPM**

Cada paso que se desarrolle para realizar el programa TPM deberá ser inspeccionado a cargo de un grupo auditor y del equipo de trabajo TPM, además dichas inspecciones se deberán realizar en presencia del Supervisor del área de producción por medidas de seguridad, ya que muchas de las inspecciones o demostraciones de los resultados de las maquinas o equipos pueden representar un latente peligro para alguna persona que desconoce del manejo.

Otro punto que se evaluará es también los recursos necesarios que se utilizarán en el programa, no solo en su aplicación sino también para la fomentación y continuación del programa TPM, ya que para cada fase del programa se utilizarán elementos o materiales, cuales se irán detallando en cada fase.

- **Estandarizar el programa TPM**

En este paso se propondrá no solo quedarse con el programa TPM si no continuar con las mejoras en el área de producción, es decir estandarizar los resultados que se obtendrán con el programa con el fin de alargar la vida útil de la maquinaria y equipos utilizados en la producción de pallets, además continuar con la fomentación de la nueva cultura que se pretende plantear.

Para una efectiva aplicación de los dos pilares del TPM se planteará la metodología 5S, SMED y SPC como herramientas bases y de apoyo. Proponiéndose de la siguiente manera dichas metodologías:

**a. Mantenimiento autónomo**

Este pilar fue considerado el primer paso para el programa TPM, en la cual consiste en la intervención de los operarios en el mantenimiento de maquinarias, es por ello que se denomina mantenimiento autónomo porque son los mismos operarios quienes realizarán las tareas fundamentales como la inspección, lubricación o algunos ajustes del momento.

Para poder llevar a cabo este pilar se debe tener en cuenta que los operarios deberán desarrollar una nueva cultura como el orden, limpieza y saber determinar qué elementos son necesarios e innecesarios es un zona de trabajo por ello se determinó proponer la metodología 5S, donde se detalla de la siguiente manera.

### **Diseño del programa de 5S**

Esta metodología 5S, se propondrá para reducir los desperdicios y agilizar los procesos, teniendo como resultados mejorar de la productividad y calidad del proceso productivo de pallets.

Para llevar a cabo el programa de la metodología 5S se realizará las siguientes actividades preliminares:

- **Sensibilizar a la alta gerencia**

Esta actividad es el primer escalón que se tiene que realizar para demostrar a la gerencia sobre el impacto que tendrá la productividad aplicando la metodología 5S, haciéndole saber en qué consiste la metodología y como se aplicaría de acuerdo a los puntos críticos que se encontró en el Área de Producción.

#### **Planificación**

Para poder lograr la implantación de la metodología 5S, se propone realizar una previa reunión para planificar el área que participará en las mejoras y las áreas que ayudarán a que las mejoras sean posibles lograrse las cuales son respectivamente:

- Área de Producción
- Recursos humanos
- Gerencia

Otro punto que se debe tratar es la fecha de lanzamiento de la metodología 5S para ser aplicado en el Área de Producción. Además se de determinar los recursos necesarios que se utilizarán al inicio, durante y después de la aplicación de la metodología.

Una vez hecha la planificación también se deberá plantear una organización interna la cual será responsable de promover las 5S, no solo en el Área de Producción sino para toda la empresa.

- **Estructurar un equipo de trabajo de 5S**

El equipo estará compuesto por 6 representantes lo cuales se seleccionarán para llevar a cabo la implantación de la metodología 5S y estará compuesto por los siguientes representantes de:

Aserrió

Dimensionado

Curado

Armado

En este caso se propone que se deba de elegir a los representantes por operaciones del área de producción y elegir un representante de Gerencia o Recursos Humanos, para conformar el equipo de trabajo.

Dicho equipo de trabajo que se llegue a conformar, se deberá dar sus funciones básicas las cuales serán:

Visitar todas las zonas de trabajo del área de producción para poder identificar los problemas.

Ayudar o intervenir como apoyo ante algún problema en la zona de trabajo.

Cooperar en la implantación de la metodología 5S.

Nombrar a los auditores 5S.

- **Entrenar al equipo de trabajo de 5S**

Una vez se establezca el equipo de trabajo de 5S, se procederá a entrenarlos a cargo del Gerente de la Planta y Supervisor del área de Producción y los puntos a tratar serán:

Conceptos básicos de las 5S

Principios de aplicación de las 5S

Metas y beneficios de la aplicación de las 5S

- **Entrenar o capacitar al personal involucrado**

Para esto se realizará una reunión a cargo del Gerente de la Planta y Supervisor del área de Producción juntando a todo el personal del área de producción y se les explicará que dicha área se implantará la metodología 5S y que todos los involucrados deberán participar en las mejoras, los puntos a tratar serán:

Exposición de los conceptos básicos de las 5S

Explicación de cada S.

Explicación Principios de aplicación de las 5S

Metas y beneficios de la aplicación de las 5S

Visualización de ejemplos de la aplicación de 5S de otras empresas con resultados favorables.

- **Elaborar un plan de trabajo**

La elaboración del plan de trabajo se llevará a cabo por el equipo de trabajo 5S, en esta etapa utilizarán un cronograma de actividades para iniciar la aplicación de las primera 3S, teniendo en cuenta que no exceda de los 6 meses.

- **Anunciar oficialmente el inicio de la implantación de la Metodología 5S**

El anuncio oficial de la implantación de la metodología 5S, estará a cargo del Supervisor del área de producción realizándose en las instalaciones de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C.

- **Realizar campañas promocionales**

Para la realización de las campañas se propagó de por medios de comunicación escrita y oral los cuales serán de ayuda:

Comunicación escrita con volantes, afiches.

Publicación en el periódico mural

Comunicación oral durante las reuniones del equipo de trabajo 5S y las reuniones de los involucrados.

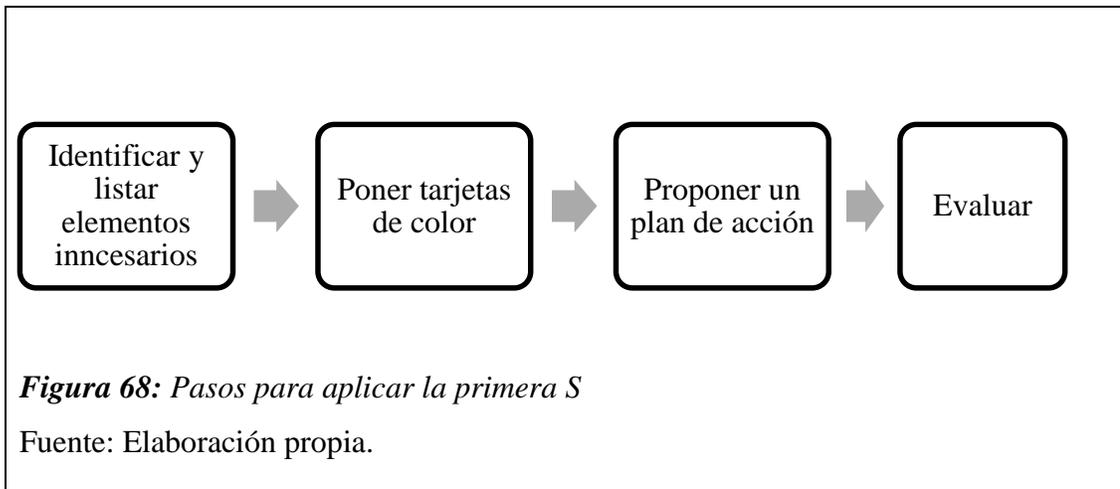
Una de las estrategias que se puede utilizar y deberá estar a cargo del equipo de trabajo de 5S es utilizar Slogan de 5S, por cada S aplicada, con el objetivo de fomentar la capacidad creativa de todos los involucrados.

Luego de describir los puntos previos que se deberán realizar para la implantación de las 5S se empezará a detallar cómo se propondrá cada S de la metodología:

**Clasificación**

Esta etapa es la primera S de la metodología 5S, la cual es paso base para poder continuar con la aplicación de las siguientes S, es por ello se debe realizar de una manera correcta.

Clasificar consiste en identificar elementos que no son necesarios en la zona de trabajo que el personal pueda encontrarlo y luego derivarlo a un lugar adecuado de acuerdo a las características del elemento. En esta etapa se planificará los que estarán apoyando en su implantación, además se determinarán sus funciones para cada uno de ellos y los recursos necesarios, para llevar acabo la primea S, se deberá seguir los siguientes paso



**- Identificar y listar elementos innecesarios**

Para realizar este primer paso se iniciará con una previa inspección a cargo de todo el equipo de trabajo de 5S, una vez identificados los elementos innecesarios del área de producción se procederá a realizar una lista con sus descripciones como se muestra en la siguiente tabla 44.

**Tabla 44**

*Lista de elementos innecesarios*

Lista de elementos innecesarios					
N°	Elementos innecesarios	Ubicación	Cantidad encontrada	Posible causa de almacenamiento	Acción sugerida para su eliminación
1	Herramientas manuales	Aserrado	5 unid	uso diario	ubicar en cada maquina
2	Herramientas de corte	Aserrado	2 unid	posible uso	llevar a almacén de herramientas
3	Madera de varias medidas	Despunte	2 lotes	posible uso	llevar a almacén de producto en proceso
4	Tablas descartadas	Armado	Varios	falta de tiempo para moverlo	llevar para el sub proceso
5	Tacos descartados	Armado	varios	falta de tiempo para moverlo	Eliminar
6	EPP , de operarios votada	en los pasadizos	varios	no hay tachos de basura	ubicar en casilleros

Fuente: Elaboración propia

- **Implementar tarjetas rojas**

El siguiente paso es utilizar tarjetas de color rojo como medida correctiva, dichas tarjetas se pondrán en los elementos de poco uso o que simplemente no son necesarios en el proceso o en el área de producción de pallets.

<b>Tarjeta Roja 5S</b>		
<b>CATEGORÍA</b>	1. Maquinaria 2. Accesorios y herramientas 3. Instrumentos de medición	4. Materia prima 5. Producto terminado 6. Equipo de oficina
<b>NOMBRE DEL ARTÍCULO</b>		<b>FECHA</b>
<b>ÁREA</b>	<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>RAZONES</b>	1. No se necesitan 2. No se necesitan pronto 3. Material de desperdicio 4. Uso desconocido	5. Uso excedente 6. Obsoleto 7. Contaminado 8. Otro
<b>MÉTODO DE ELIMINACIÓN</b>	1. Tirar 2. Vender 3. Otros  4. Mover a otra área externa  5. Mover a almacén	<b>FIRMA</b>  <b>AUTORIZADO(S):</b>

*Figura 69: Tarjeta Roja 5S*

Fuente: Elaboración propia.

**- Ejecutar plan de acción**

Una vez implementada las tarjetas rojas se procederá a realizar el plan de acción que consistirá en gestionar una reunión con el equipo de trabajo 5S, para analizar todas las tarjetas que se puso en el área de producción y determinar la salida o eliminación de los elementos innecesarios encontrados.

**- Evaluar**

Luego con el equipo de trabajo de 5S, se deberá empezar a evaluar los resultados obtenidos comparando las evidencias del antes y después de la aplicación de la Primera S, para ello pueden utilizar fotos o videos como evidencia y presentar el informe de los resultados a la Gerencia siguiendo este formato de la figura 70.

<b>Informe de los resultados de la Primera S.</b>					
<b>Nº</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Elemento innecesario</b>	<b>Accion y fecha de eliminacion</b>	<b>Responsables</b>	<b>Control realizado o en proceso</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					

**Figura 70: Informe de los resultados de la primera S**  
Fuente: Elaboración propia.

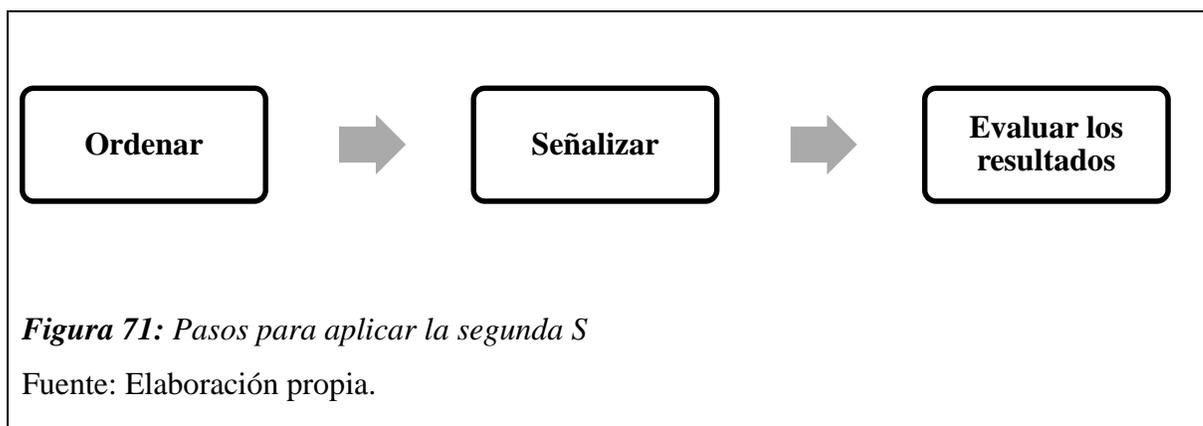
**Organizar**

Esta etapa es la segunda S de la metodología 5S, por ello depende de la primera S ya que si no se realiza una correcta clasificación pues el ordenar será más complejo, el organizar trae

consigo beneficios a mejorar la productividad de la empresa y eliminar los errores ya que existe mayor control del orden por que será más fácil detectar si se encuentran debidamente ubicadas las herramientas y maquinaria o no.

Organizar consiste en ubicar un sitio adecuado y preciso para cada elemento de acuerdo a la frecuencia de su uso, lo cual es importante tener en esta etapa tener la presencia del equipo de trabaja 5S y de los involucrados del Área de producción. En esta etapa también se planificará los que estarán apoyando en su implantación, además se determinarán sus funciones.

Para llevar a cabo el desarrollo correcto de la segunda S se deberá seguir los siguientes pasos:



#### - **Ordenar**

Consiste en definir una ubicación adecuada para los diferentes elementos que utilizan los operarios en cada puesto de trabajo asignado en el área de producción, con el fin de que cada herramienta esté al alcance de la mano y deben estar en un lugar que sea fácil recogerla y dejarla.

La siguiente tabla muestra los criterios que se tomaran en cuenta para la distancia de la ubicación de los elementos de acuerdo a la frecuencia del uso de los mismos.

**Tabla 45**

*Criterios para determinar la ubicación de elementos*

<b>FRECUENCIA DE USO</b>	<b>ACCION CORRECTIVA</b>
<b>Varias veces al día</b>	Lo más cerca de la actividad que realiza
<b>Algunas vez al día</b>	Dejarlo cerca del proceso que realiza
<b>Varias veces por semana</b>	Dejarlo cerca de la zona de trabajo
<b>Algunas veces al año</b>	Llevar a almacén de herramientas o utillaje.

Fuente: Elaboración propia.

**- Señalizar**

Este proceso de señalar consistirá en realizar un señalizado donde y que elemento, herramienta, maquinaria o elemento irá ubicado ordenadamente. También se harán marcas en el piso en las zonas de trabajo para indicar la debida ubicación de la maquinaria o proceso, para ello se utilizará pintura amarilla y se dibujará un rectángulo en el piso delineando el área, de esta manera se sabrá si están cumpliendo con la señalización o no.

Cabe decir que es importante que las plantillas tengan el mismo contorno de las herramientas para que cuando saquen y quieren volverlo a poner sepan rápidamente su correcta ubicación.

**- Evaluar los resultados**

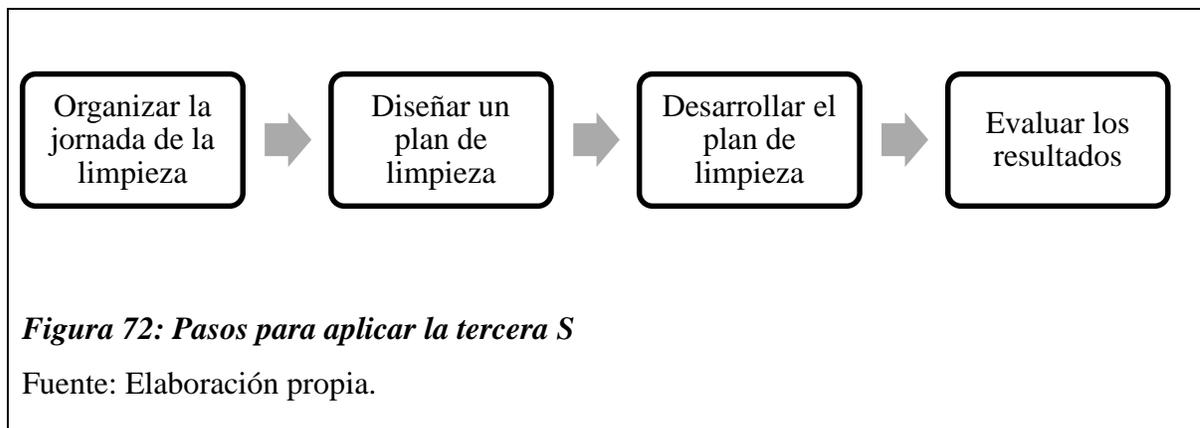
El evaluar los resultado consistirá en verificar si se está cumpliendo con la debida ubicación de las herramientas, maquinaria o elementos dentro del área de producción, además se implementará un buzón de sugerencia para saber qué es lo que opinan los demás. La evaluación se plasma que será constante para que la mejora sea continua.

**Limpiar**

La tercera etapa de la metodología 5S va de la mano de las 2 anteriores, en esta etapa consiste en limpiar cada lugar o zona de trabajo desde herramientas, maquinaria y equipos.

El poner en practica la limpieza, es favorable a la empresa porque mejorará el libre tránsito del personal, materia prima, producto en proceso y finalizado, además porque contribuirá en la rapidez de realizar los procesos, disminuirá los tiempos muertos y el riesgo de algún accidente del personal eso hará que estos mismos se sientan más seguros en su zona de trabajo.

Para llevar a cabo el desarrollo correcto de la tercera S se deberá seguir los siguientes pasos:



#### - **Organizar la limpieza**

Para este paso se encargará al supervisor del área de producción de definir las funciones que deberán realizar todos los involucrados, dando a conocer los beneficios que con lleva una buena limpieza dentro de la zona de trabajo.

Además de especificar como y cuando se empezará a gestionar la limpieza, si será diaria, semanal o mensual todo dependerá de la zona e trabajo.

#### - **Diseñar un plan de limpieza**

Un plan de limpieza es muy importante si de agilizar las funciones se trata, ya que ayudará a realizar la limpieza de una manera más rápida sin contratiempos ya que todos los involucrados sabrán que hacer, como y cuando realizar la limpieza y sobre todo sabrán utilizar

y que no deben utilizar para limpiar ya sea las herramientas o maquinaria y elemento encontrado en la zona de trabajo.

**- Desarrollar el Gran día de la limpieza**

También se propondrá desarrollar el Gran día de la limpieza en toda el área de producción, la cual se trata de limpiar en los lugares más recónditos es decir, cables, paredes y ventanas. Para la selección del día estará a cargo del Supervisor del área de producción junto con Gerencia para que coordinen la fecha.

**- Evaluar los resultados**

Una vez aplicada esta etapa se deberá tomar registro de los resultados y se realizará una comparación del antes y después, presentando un informe de los resultados.

**Tabla 46**

*Inspección de la limpieza de maquinaria y herramientas*

<b>Inspección de la limpieza de maquinaria y herramientas.</b>		
<b>N°</b>	<b>Puntos a inspeccionar</b>	<b>Estado</b>
<b>1</b>	¿Se ha eliminado la suciedad de las máquinas y herramientas?	
<b>2</b>	¿Se ha retirado la merma de todas las maquinas?	
<b>3</b>	¿Se ha eliminado el polvo acumulado de los recipientes de las herramientas?	
<b>4</b>	¿Se ha eliminado el polvo del interior de cada máquina?	
<b>5</b>	¿Se han limpiado los cables?	
<b>6</b>	¿Se ha eliminado la suciedad y polvo de motores y tubos?	
<b>7</b>	¿Se ha eliminado la suciedad y polvo de los instrumentos de medida?	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 47**

*Inspección de la limpieza de pasadizos o espacios*

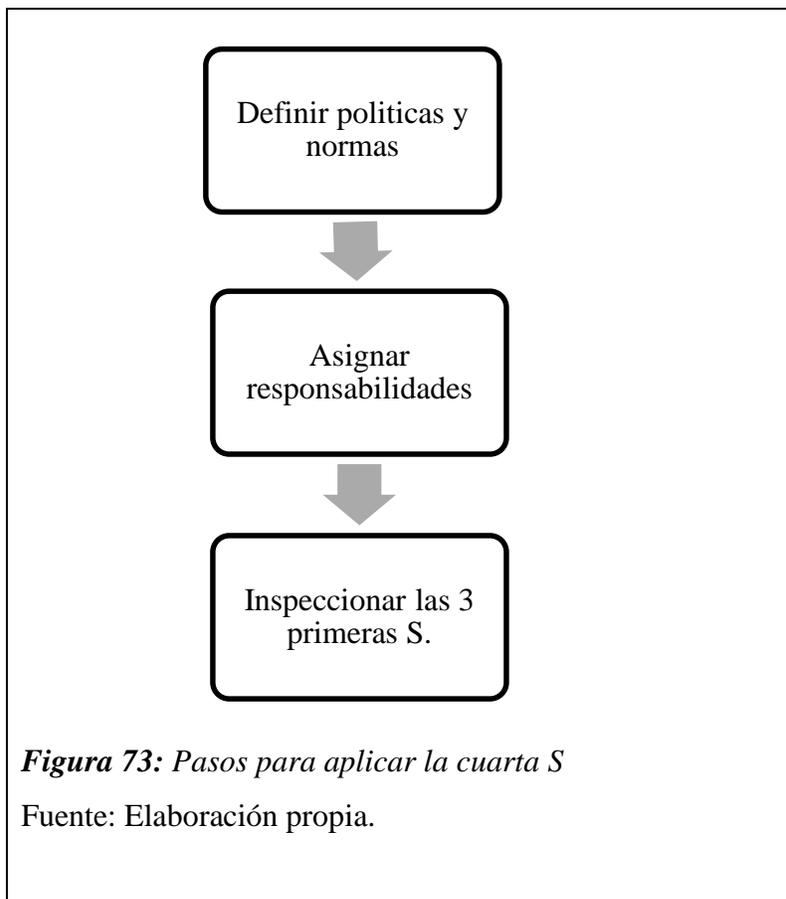
<b>Inspección de la limpieza de pasadizos o espacios</b>		
<b>N°</b>	<b>Puntos a inspeccionar</b>	<b>Estado</b>
<b>1</b>	¿Se ha eliminado la merma y polvo del suelo y pasadizo de la zona de aserrado?	
<b>2</b>	¿Se ha quitado el polvo de las paredes del Área de producción?	
<b>3</b>	¿Se ha quitado la basura de los recipientes que se encuentra en los pasadizos?	
<b>4</b>	¿Se ha eliminado la merma que deja cada máquina?	
<b>5</b>	¿Se ha eliminado la suciedad y polvo de la zona de secado?	

Fuente: Elaboración propia.

### **Estandarizar**

La cuarta fase de la metodología 5S que va de la mano de las tres anteriores es importante ya que en esta fase consistirá en hacer continuar con la clasificación, orden y limpieza para que dichas mejoras, no solo queden por cumplir con el cronograma de actividades que tiene la metodología 5S, si no que sea continuo y que llegue a ser tomado como una nueva cultura además de un nuevo estilo de vida en el trabajo por parte del empleador y sobre todo para el trabajador

Para poder llevar a cabo esta cuarta fase se propone que se deberá seguir las siguientes actividades:



- **Definir políticas y normas**

El primer paso para lograr la estandarización es lograr que cada trabajador dentro del área de producción conozca exactamente cuáles son sus responsabilidades y funciones a cumplir, cuando desarrollarlas y con qué recursos.

Estas actividades estarán verificadas a cargo del Supervisor del área de producción, tomando en cuenta que progresivamente exista un mejoramiento en tiempos y métodos de limpieza. La asignación de responsabilidades pueden desarrollarse y anotarse en un manual de limpieza, desarrollado en la tercera S, también en comunicación visual (pizarra, señalización informativa), registrando las obligaciones y avance que cubre cada S.

- **Asignar responsabilidades**

Esta actividad estará a cargo el Supervisor del área de producción, para determinar las funciones o responsabilidades de cada trabajador, además debe establecerlo para que realice de una forma constante y se vuelva un nuevo estilo de vida, es decir como se muestra en la siguiente representación.

*Clasificar → Ordenar → Limpiar*

- **Inspeccionar las 3 primeras S**

Para poder realizar esta actividad se podrá implementar unos formatos, que servirán para el seguimiento continuo de las 3 primera S, en dicho formato se encuentran las funciones o actividades que tendrán que realizar cada operario, en donde el inspector a cargo del Supervisor de área de producción, teniendo la ayuda del equipo de trabajo 5S evaluarán gradualmente los pasos de clasificación, orden y limpieza en una escala del 1 al 5, siendo 1 un puntaje malo y 5 un puntaje muy bueno.

Estos formatos presentados en las figuras 74, 75 y 76, se realizarán antes y después de la implementación de la metodología 5S para visualizar el cambio.

<b>Check-List para la primera S - Clasificación</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Puntos</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Le es facil distinguir los elementos necesarios e innecesarios					
Los utensilios necesarios e innecesarios se encuentran mezclados en la zona de trabajo					
Todos los elementos innecesarios se encuentran almacenados correctamente					
Se han retirado por completo todos los elementos innecesarios					
<b>Total</b>					

**Figura 74:** Check-List para la primera S - Clasificación

Fuente: Elaboración propia.

<b>Check-List para la segunda S - Orden</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Puntos</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Es posible decir donde va cada elemento y en qué cantidad					
Se encuentra señalizado la ubicación de cada elemento, maquina o herramienta.					
Se encuentra señalizado con líneas divisoras en el piso					
<b>Total</b>					

**Figura 75:** Check-List para la segunda S - Orden

Fuente: Elaboración propia.

<b>Check-List para la tercera S - Limpieza</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Puntos</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Se encuentra limpio los pisos y paredes de la zona de trabajo					
Se encuentran limpias las herramientas y utensilios					
Se encuentran limpias las maquinas y equipos					
El lugar de trabajo se limpia de acuerdo al cronograma					
<b>Total</b>					

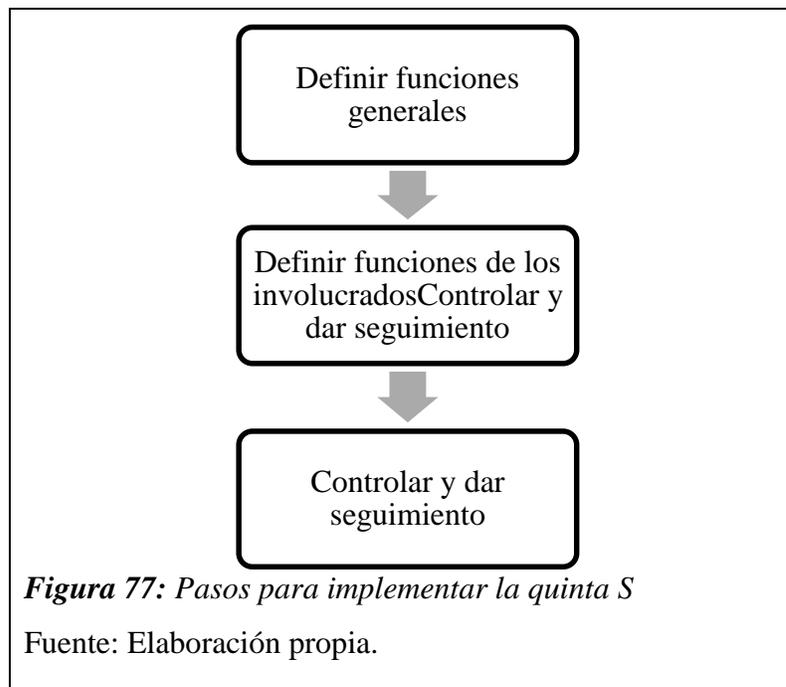
*Figura 76: Check-List para la tercera S - Limpieza*

Fuente: Elaboración propia.

## **Disciplina**

La quinta fase de la metodología 5S que va de la mano de las tres anteriores y de la cuarta S, ya es importante porque en esta fase consistirá en hacer un rutina de vida de trabajo para los operarios involucrados del área de producción y continuar con la clasificación, orden y limpieza para que dichas mejoras, no solo sean por cumplir con el cronograma de actividades o responsabilidades que tiene la metodología 5S.

Para poder llevar a cabo esta esta fase se propone que se deberá seguir las siguientes actividades:



- **Definir funciones generales**

Para llevar a cabo el control continuo de las 5 S, se deberá definir funciones para la alta dirección de la cuales son de suma importancia que se cumplan las cuales serán:

Capacitar al personal del área de producción, sobre la metodología 5S.

Crear el equipo de trabajo 5S.

Entregar los recursos necesarios para la implantación de cada S.

Promocionar el inicio del programa 5S.

Participar de las auditorias o inspecciones.

- **Definir funciones de los involucrados**

Al igual que la alta dirección, cuenta con funciones que deberán cumplir, los trabajadores involucrados del área de producción también contarán con responsabilidades y son las siguientes:

Participar con responsabilidades en las capacitaciones de 5S.

Respetar con las normas y nuevos estándares según el programa 5S.

Apoyar al equipo de trabajo 5S.

Opinar con respecto de alguna mejora.

Participar en todo lo encomendado con la promoción de las 5S en la empresa.

#### - **Controlar y seguimiento**

Este último paso se gestiona analizando los Check-list del cual se deberán aplicar en la fase de estandarización es decir una vez culminada la aplicación de las tres primeras S.

Para ello se deberán realizar antes de la aplicación y después, para analizar los resultados los cuales se trata de sumar todos los puntos obtenidos los cuales estarán divididos por rangos como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 48**

*Escala de medición de la 5S*

<b>Escala de medición</b>	<b>Ítems</b>
3 - 8 puntos	Insatisfactorio
9 - 14 puntos	Malo
15 - 20 puntos	Bueno
21 - 26 puntos	Muy bueno
27 - 32 puntos	Excelente

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se sabrá si se ha mejorado o no luego de haber aplicado el programa 5S en el área de producción de la empresa.

Una vez desarrollada la metodología 5S, las demás tareas durante el proceso productivo que también demandan tiempos extras son las paradas de máquinas ya sea por cambio de utillaje o fallas de la maquina o equipo se propondrá aplicar la metodología SMED, para esta etapa, la cual estará detallada de la siguiente manera.

## **Diseño del programa SMED**

Se propondrá el programa con la metodología SMED, porque para aplicar el mantenimiento autónomo es importante saber que no se puede generar tiempo muertos es lo que desea eliminar es por ello que al proponer este programa se disminuirán tiempo en los mantenimientos de las maquina o en algún cambio de utillaje, según la filosofía es que tome el menor tiempo posible.

Para el programa SMED se deberá seguir las 4 fases fundamentales para que se pueda aplicar y se describirán a continuación:

- **Análisis y fragmentación**

Esta fase es la primera que se deberá realizar si se quiere aplicar la metodología SMED y consistirá en poner en contacto las maquinas en conjunto con los operarios, es decir deberán saber el funcionamiento y proceso de manipulación, cuándo se requieran cambios de utillaje.

Después se deberá realizar un análisis en los tiempos que demora una función con todos los pasos sin omitir ninguno con el fin de tomar el tiempo real y se realizará esa misma actividad en toda la línea de producción.

A continuación se presentará el funcionamiento para cambio de utillaje o lubricante de cada máquina o equipo que utilizan para la producción de pallets.

En la tabla 49, se describe el procedimiento que se realiza para cambio de disco en la máquina mesa circular, una vez al día, el cual se toma un tiempo total de 19 min con 102seg.

**Tabla 49***Proceso de cambio de utillaje de la mesa circular*

<b>Maquina mesa circular</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	Apagar la maquina	1 seg
<b>2</b>	Limpiar interna y externamente	10 min
<b>3</b>	Traer llaves	5 min
<b>4</b>	Alzar superficie de la mesa	1 min
<b>5</b>	Destornillas tuerca	30 seg
<b>6</b>	Retirar disco	20 seg
<b>7</b>	Llevar a cambiarlo	2 min
<b>8</b>	Poner disco	15 seg
<b>9</b>	Ajustar tuercas	1 min
<b>10</b>	Centrar disco	30 seg
<b>11</b>	Bajar superficie de la mesa	5 seg
<b>12</b>	Prender máquina	1 seg
<b>Total</b>		<b>19 min 102seg</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 50, se describe el procedimiento que se realiza para cambio de disco en la máquina multilamina, 3 veces por semana, el cual se toma un tiempo total de 22 min con 122 seg.

**Tabla 50***Proceso de cambio utillaje de máquina multilamina*

<b>Maquina multilamina</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	Apagar la maquina	1 seg
<b>2</b>	Limpiar interna y externamente	12 min
<b>3</b>	Traer llaves	5 min
<b>4</b>	Alzar tapa de la maquina	5 seg
<b>5</b>	Destornillas tuerca	30 seg
<b>6</b>	Retirar disco	1 min 20seg
<b>7</b>	Llevar a cambiarlo	2 min
<b>8</b>	Poner disco	1 min, 20 seg
<b>9</b>	Poner separadores de discos	1 min
<b>10</b>	Ajustar tuerca	40 seg
<b>11</b>	Bajar tapa de la maquina	5 seg
<b>13</b>	Prender máquina	1 seg
<b>Total</b>		<b>22 min, 122 seg</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 51, se describe el procedimiento que se realiza para cambio de disco en la máquina despuntadora, dos veces por semana, el cual se toma un tiempo total de 18 min con 187 seg.

**Tabla 51***Proceso de cambio de utillaje de máquina despuntadora*

<b>Maquina despuntadora</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
1	Apagar la maquina	1 seg
2	Limpiar interna y externamente	10 min
3	Traer llaves	5 min
4	Sacar tapa del disco	40 seg
5	Desajustar tuercas	45 seg
6	Retirar disco	20 seg
7	Llevar y traer disco nuevo	2 min
8	Poner disco	15 seg
9	Ajustar tuercas	1 min
10	Centrar disco	30 seg
11	Colocar tapa de disco	5 seg
12	Ajustar turcas y seguro	30 seg
13	Prender máquina	1 seg
<b>Total</b>		<b>18 min, 187 seg</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 52, se describe el procedimiento que se realiza para cambio de disco en la máquina canteadora, 2 veces al mes ya que no es utilizada constantemente, el cual se toma un tiempo total de 16 min con 117 seg.

**Tabla 52***Proceso de cambio de utillaje de máquina canteadora*

<b>Maquina canteadora</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	Apagar la maquina	1 seg
<b>2</b>	Limpiar interna y externamente	10 min
<b>3</b>	Traer llaves	3 min
<b>4</b>	Alzar superficie de la mesa	10 seg
<b>5</b>	Destornillar tuerca	30 seg
<b>6</b>	Retirar disco	20 seg
<b>7</b>	Llevar a cambiarlo	2 min
<b>8</b>	Poner disco	15 seg
<b>9</b>	Ajustar tuercas	1 min
<b>10</b>	Centrar disco	30 seg
<b>11</b>	Bajar superficie de la mesa	10 seg
<b>13</b>	Prender máquina	1 seg
<b>Total</b>		<b>16 min, 117 seg</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 53, se describe el procedimiento en la limpieza interna, el cual se no lo realizan una vez al mes o solo cuando se congestiona y toma un tiempo total de 4 min con 35 seg.

**Tabla 53***Proceso de limpieza de compresora*

<b>Compresora</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
1	Prende máquina	5 seg
2	Verificar medidor de aire	40 seg
3	Traer llaves y tornillo	1 min
3	Desajustar mangueras de las pistolas	35 seg
4	Sacar las mangueras	10 seg
5	Botar el aire	1 min
6	Poner mangueras en compresora	15 seg
7	Ajustar con abrazaderas	35 seg
8	Conectar las manqueras con las pistolas	15 seg
<b>Total</b>		<b>4 min 35 seg</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 54, se describe el procedimiento que se realiza para lubricar la pistola, el cual se realiza una vez por mes y se toma un tiempo total de 1min con 26 seg.

**Tabla 54***Proceso de lubricación de pistola*

<b>Pistola</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
1	Apagar compresora	5 seg
2	Traer aceite lubricante	1 min
3	Abrir tapa de pistola	3 seg
4	Lubricar pistola	10 seg
5	Cerrar tapa de pistola	3 seg
6	Ajustar tapa de clavos	5 seg
<b>Total</b>		<b>1 min , 26 seg</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### - **Clasificación de las operaciones**

Después de realizar el análisis y fragmentada casa función de cada máquina y parada, se procederá a la clasificación de las operaciones, lo cual se deberá saber que se clasifican en dos tipos de operaciones:

**Operaciones internas.-** Estas operaciones son las que se realizan necesariamente con la maquina parada.

**Operaciones externas.-** En el caso de estas operaciones son las que se pueden generar cuando la maquina se encuentra en funcionamiento o prendida.

Una vez que se identifique estos dos tipos de operaciones se procederá a determinar o clasificar que tipo de operación se realiza con cada máquina, para ello se tomará la siguiente tabla como muestra.

**Tabla 55**

*Clasificación de máquinas y equipos según su operación*

<b>Clasificación según su operación</b>			
<b>Nº</b>	<b>Máquina y equipo</b>	<b>Operación interna</b>	<b>Operación externa</b>
<b>1</b>	Mesa circular	<b>X</b>	
<b>2</b>	Multilamina	<b>X</b>	
<b>3</b>	Canteadora	<b>X</b>	
<b>4</b>	Despuntadora	<b>X</b>	
<b>5</b>	Compresora		<b>X</b>
<b>6</b>	Pistola	<b>X</b>	

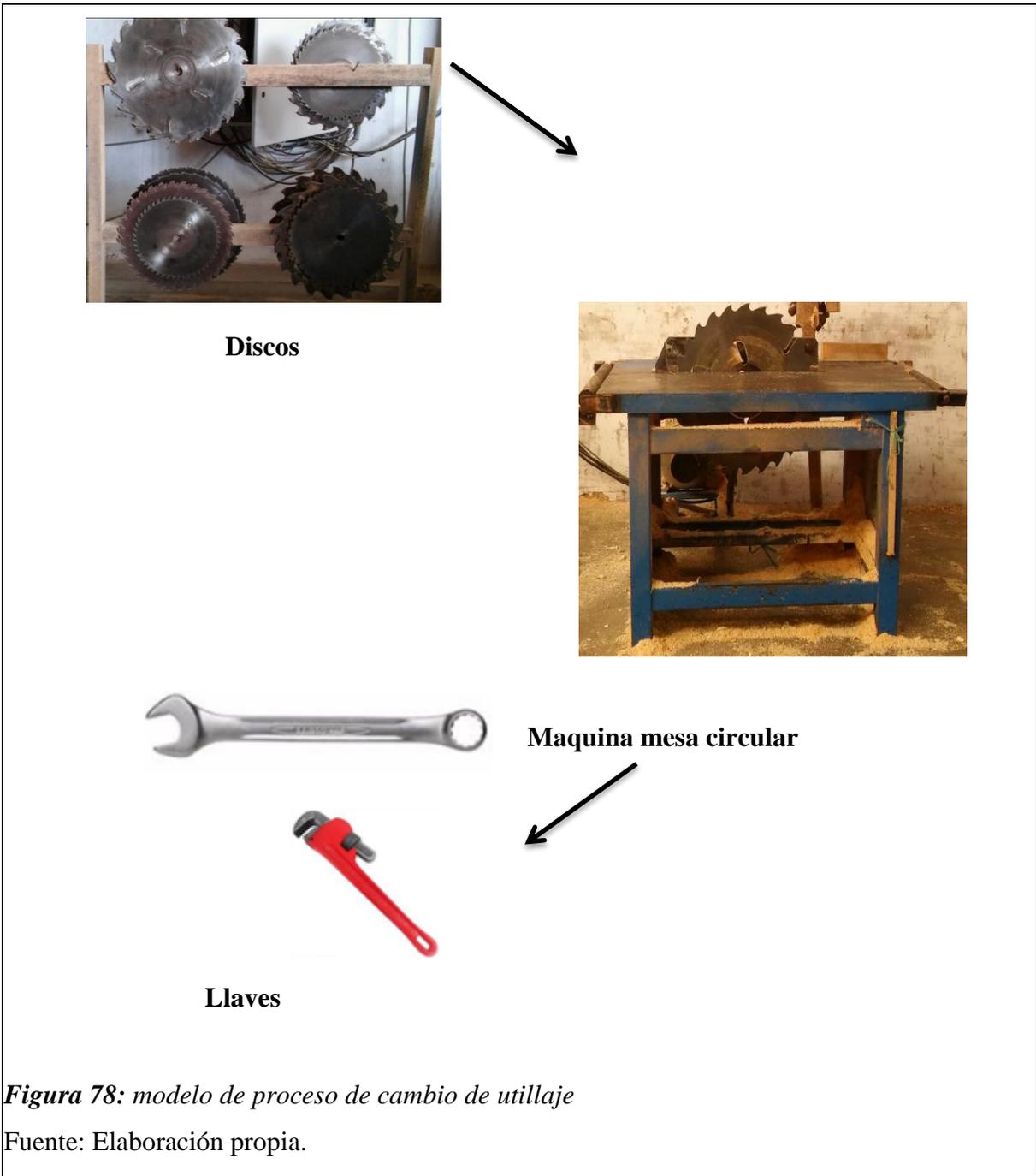
Fuente: Elaboración propia.

**- Determinación de métodos de trabajo**

En esta fase lo primordial que se resaltaré será mejorar las operaciones o procesos que realizan las máquinas, es decir dar una mejora sin eliminar pasos fundamentales para la función.

Para dar una ayuda para mejorar los procesos, se propondrá aplicar (Check-list) a cada máquina, con la finalidad de tener a la mano todo lo necesario y darse cuenta con anticipación si la máquina necesita cambio de utillaje o no.

Como se muestra la siguiente figura es que se quiere graficar el nuevo método de trabajo para cambio de algún utillaje.



Lo que se propondrá es tener las herramientas y utillaje lo más cercanas posibles en cada máquina y equipo con la finalidad de disminuir el tiempo muerto en ir a traer sus implementos necesarios.

**- Implantación y seguimiento**

Una vez realizado todos los pasos anteriores se podrá evaluar las mejoras en cada máquina con la finalidad que haya disminuido el tiempo de cambio de utillaje, es decir se evaluará a través de un check- list que estará a cargo realizarlo el Supervisor del área de producción.

Se muestra a continuación el formato que se propondrá para este último paso del programa SMED en el área de producción.

Check - list del programa SMED				
<b>Area :</b>	Produccion		<b>Fecha</b>	12/05/2017
<b>Operación:</b>	Cuadrar		<b>Inspector</b>	Supervisor
<b>Modelo de maquina o equipo:</b>	mesa circular		<b>Operario</b>	Maria Alberca
<b>Zona limpia :</b>	no		<b>Utillaje cerca :</b>	no
<b>Herramientas cerca</b>	no			
Análisis de actividades				
# pasos	Descripción de actividades	Tiempo	Operación Int/Ext	Acciones correctivas
1	Apagar la maquina	1 seg	x	
2	Limpiar interna y externamente	10 min	x	
3	Traer llaves	3 min	x	
4	Alzar superficie de la mesa	1 min	x	
5	Destornillar tuercas	30 seg	x	
6	Retirar disco	20 seg	x	
7	Llevar a cambiarlo	35 seg	x	
8	Poner disco	15 seg	x	
9	Ajustar tuercas	1 min	x	
10	Centrar disco	30 seg	x	
11	Bajar superficie de la mesa	5 seg	x	
12	Prender máquina	1 seg	x	
<b>Total</b>		<b>15 min 137 seg</b>		

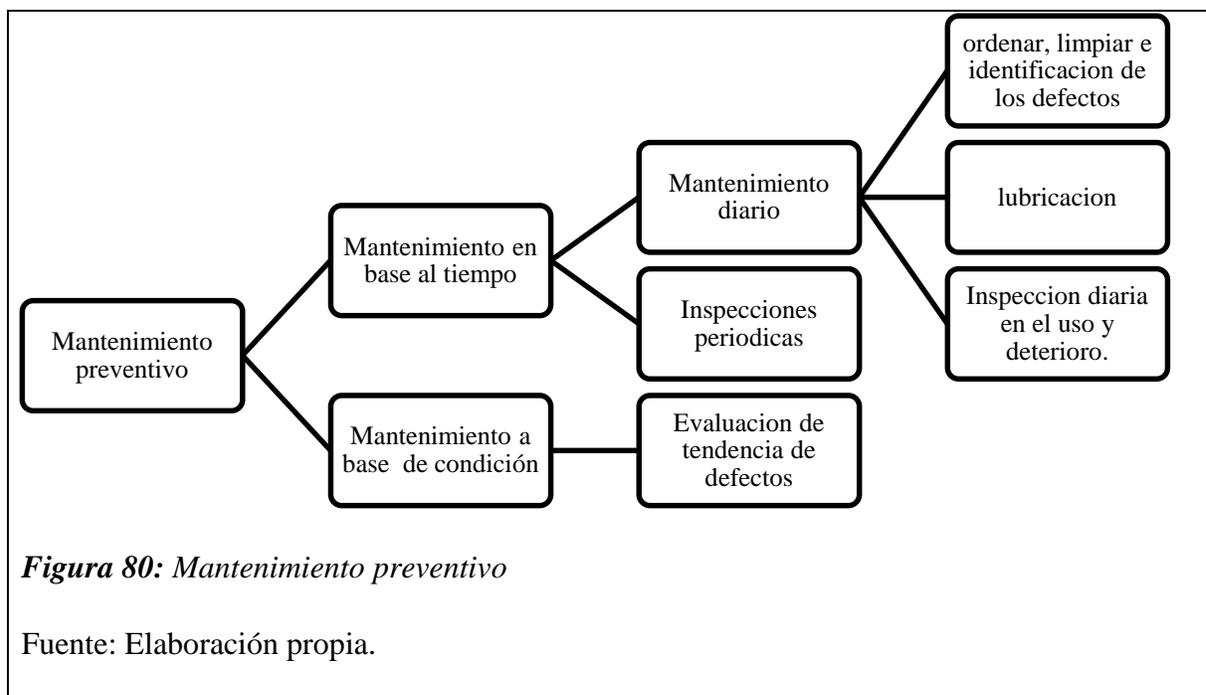
*Figura 79: Check - list del programa SMED*

Fuente: Elaboración propia.

## b. Mantenimiento preventivo

Para este pilar se propuso realizar un Plan de Mantenimiento preventivo, determinado para solucionar y minimizar los problemas que afrontaba la empresa, ya que una vez los operarios tengan un eficiente contacto con la maquinaria, se podrá generar la prevención a los defectos o averías en donde se verá un mantenimiento más continuo.

Para simplificar a lo que nos quiere decir el mantenimiento preventivo, donde parte o en que consiste, se presenta en la siguiente figura.

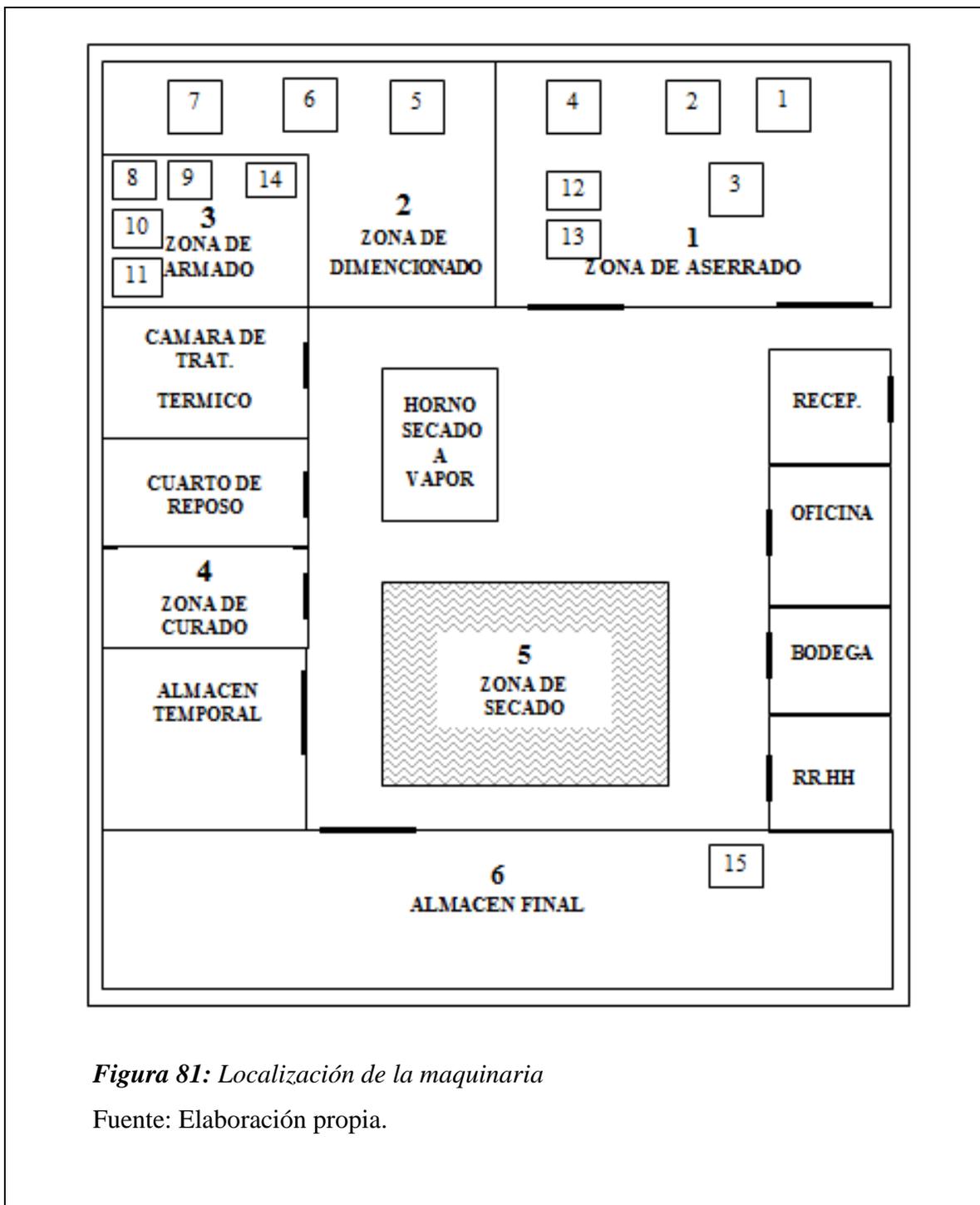


Para realizar el Plan de mantenimiento preventivo se deberá seguir los siguientes pasos:

### - Empadronar la maquinaria

Para empezar con el inventario de maquinaria se deberá realizar un gráfico con la posición de toda la maquinaria y en qué zonas se encuentran localizadas.

Los cuadros enumerados serán descritos en la siguiente figura de codificación de máquinas.



**Figura 81:** Localización de la maquinaria

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta el empadronamiento de la maquinaria de acuerdo como se encuentra distribuida en el área de producción como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 56**

*Empadronamiento de la maquinaria y equipo*

<b>POSICIÓN</b>	<b>ZONA DE TRABAJO</b>	<b>MAQUINARIA O EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>1 y 2</b>	1	Mesa Circular	2
<b>3</b>	1	Mesa Circular canteadora	1
<b>4</b>	1	Multilamina	1
<b>5</b>	2	Despuntadora horizontal	1
<b>6 y 7</b>	2	Despuntadora vertical	2
<b>8</b>	3	Compresora vertical	2
<b>9</b>	3	Pistola para de clavos	2
<b>10</b>	1	Estoca	2
<b>11</b>	3	Estoca	1
<b>12</b>	6	Compresora Horizontal	1

Fuente: Elaboración propia.

#### - **Codificación de maquinaria**

Luego una vez ubicada las maquinarias se codificarán las máquinas con la participación del Supervisor del área de producción

En la siguiente tabla se describe la maquinaria y equipo que existen n la empresa para la producción de pallets, con la posibilidad de aumentar o modificar la maquinaria o equipos.

El código se tomó en cuenta la zona de trabajo, abreviatura del nombre y la posición en la línea de producción.

**Tabla 57***Codificación de la maquinaria y equipo*

<b>MAQUINARIA O EQUIPO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Mesa circular	Z1-MC-1	1
Mesa circular	Z1-MC-2	1
Mesa circular canteadora	Z1-MCC-3	1
Multilamina	Z1-M-4	1
Despuntadora horizontal	Z2-DH-5	1
Despuntadora vertical	Z2- DV-6	1
Despuntadora vertical	Z2-DV-7	1
Comprensora Vertical	Z3-CV-8	1
Comprensora Vertical	Z3-CV-9	1
Pistolas para clavos	Z3-PC-10	1
Pistolas para clavos	Z3-PC-11	1
Estocas	Z1-E-12	1
Estocas	Z1-E-13	1
Estocas	Z3-E-14	1
Compresora Horizontal	AF-CH-15	1

Fuente: Elaboración propia.

**- Diseñar formatos para la documentación de la maquinaria y equipo**

En este paso se propondrá elaborar y crear tarjetas que contengan información como las características generales y básica acerca de la máquina o equipo, las cuales servirán de guía e instrucción al colaborador que le toque realizar una inspección o manipulación de la máquina o equipo, con el fin de garantizar la seguridad y facilidad en conocimientos que los colaboradores merecen.

A continuación se presentará el formato en donde estará dicha información de cada máquina y equipo que se encuentran en la empresa para la producción de pallets.

<b>MADERERA NUEVO PERU S.A.C</b>		<b>TARJETA INFORMATIVA</b>	
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>			
<b>1. DATOS GENERALES</b>			
MÁQUINA:		CÓDIGO:	
MARCA:	MODELO:	PESO:	
<b>TIEMPOS DE OPERACIÓN : Marcar (X)</b>			
JORNADA LABORAL (8 hrs):	INTERMITENTE (especificar):	FECHA DE INSTALACIÓN:	
<b>2. DATOS DEL FABRICANTE Y/O RESPONSABLE</b>			
NOMBRE:	TELÉFONO:	DIRECCIÓN:	
CIUDAD:	CORREO :	OTROS DATOS:	
<b>MOTOR ELÉCTRICO</b>			
MARCA:	MODELO:	TIPO:	SERIE:
HP:	RPM:	VOLTS:	AMP:
<b>OBSERVACIONES:</b>			

**Figura 82: Tarjeta Informativa**

Fuente: Elaboración propia.

**- Diseñar hoja de control**

Este paso consiste en diseñar y elaborar un tablero de control, con el fin de llevar el control o el registro de cada máquina o equipo cuando pasa a reparación es decir como una

hoja de vida de la máquina o equipo. Es por ello que se propone el siguiente formato de acuerdo a toda información que deberá saber el colaborador con respecto al historial de una maquina antes de manipularla.

<b>MADERERA NUEVO PERÚ S.A.C</b>		<b>HOJA DE CONTROL</b>		
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		<b>PAG:</b>		
<b>HOJA DE CONTROL N°</b>	<b>TARJETA INFORMATIVA N°</b>	<b>NOMBRE DE LA MAQ/EQUI.</b>		<b>CÓDIGO DEL EQUIPO</b>
<b>UBICACIÓN</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>FECHA DE PUESTA EN MARCHA</b>	
<b>HISTORIAL DE REPARACIONES</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Orden de trabajo N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Reparó</b>	<b>Costos</b>

*Figura 83: Hoja de control*  
Fuente: Elaboración propia.

**- Diseñar formatos para los debidos chequeos de maquinaria y equipo**

Para este siguiente paso es necesario que cada trabajador sepa que todas las máquinas y equipos reciben su respectivo mantenimiento o chequeos cotidianos, los cuales existen casos porque una máquina necesita darse un chequeo urgente como la lubricación, falla eléctrica o mecánica e incluso cambio de utillaje. A continuación se describirá de los tipos de mantenimiento sus actividades que podrán recibir de acuerdo a la maquinaria y equipo que se encontró en la empresa, además se propuso codificar cada actividad para lograr una mejor comunicación con el colaborador y la empresa.

<b>MADERERA NUEVO PERÚ S.A.C</b>		
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CODIGO</b>
<b>LUBRICACIÓN</b>	Cambio de aceite	L01
	Fuga de aceite	L02
	Revisión y lubricación de rodamientos	L03
	Engrasado y lubricación	L04
<b>ELÉCTRICO</b>	Revisión, ajuste o cambio de conexiones eléctricas	E01
	Revisión de voltaje y amperaje	E02
	Revisión de tarjeta electrónica	E03
	Revisión del motor electrico	E04
	Revisión del estado de los cables y general	E05
<b>MECÁNICO</b>	Revisión y ajuste de tornillos o partes móviles	M01
	Revisión y verificación de engranajes	M02
	Revisión y/o ajuste o cambio de bandas, fajas	M03
	Revisión y/o ajuste o cambio de discos	M04
	Revisión y/o cambio de pernos, abrazaderas	M05
	Cambio de rodamientos	M06
	Revisión y ajuste del motor	M07
	Revisión y ajustes generales de las máquinas	M08
	Purgar el tanque de aire	M09
	Revisión y/o cambio de tuberías o mangueras	M10
	Revisión y/o cambio de filtro de aire	M11
	Revisión y/o cambio de filtro de aceite	M12
	Mantenimiento General	M13
	Limpiar ranuras de ventilación de la máquina	M14
	Limpieza de la superficie de la máquina	M15
	Limpieza de la parte interior de la máquina	M16
	Limpiar de la zona de trabajo	M17
	Limpieza del ventilador	M18
	Limpieza de otras partes obstruidas de la máquina	M19
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>	Calibración de la válvula de seguridad	I01
	Inspección, calibración y/o cambio de flujómetro	I02
	Comprobación de la presión de servicio	I03

**Figura 84:** Actividades en un mantenimiento de maquinaria y equipo

Fuente: Elaboración propia.

**- Dejar un registro de las actividades de mantenimiento**

Este siguiente paso es la continuación de saber acerca de las actividades de mantenimiento que se puede realizar, es por ello que se propondrá utilizar una hoja instructiva

porque es necesario que se deje un registro de dicho acto en donde contenga toda la información desde la fecha que se ejecutó hasta la descripción del proceso del como realizo una actividad. Para ello el colaborador o la persona a ejecutar dichas actividades deberán saber el código de la máquina y código de la actividad para ser llenado el siguiente formato. Los códigos de máquinas y actividades se encontrarán en cada zona del área de Producción.

<b>MADERERA NUEVO PERÚ S.A.C</b>		<b>HOJA INSTRUCTIVA</b>	
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		n°	Pág: de
<b>FECHA DE EJECUCIÓN</b>	<b>HORA DE INICIO</b>	<b>HORA DE FINALIZACIÓN</b>	
<b>CÓDIGO DEL EQUIPO</b>	<b>CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
<b>PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>MARCAR (X)</b>		<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	
<b>JEFE</b>			
<b>OPERARIO</b>			
<b>CONTRATISTA</b>			
<b>EQUIPO Y MATERIAL NECESARIO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>			
<b>TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN:</b>			
<b>OBSERVACIONES:</b>			

*Figura 85: Hoja instructiva*

Fuente: Elaboración propia.

- **Diseñar un tablero de control**

Para este último paso se acondiciona a la continuidad del mantenimiento preventivo, con el fin de que todos los colaboradores sepan cuando se deberá ejecutar dichas actividades y a que máquinas. Como se presentará a continuación dicho tablero será puesto en cada zona de trabajo para que sepan y estén enterados de lo que se ejecuta.

MADERERA NUEVO PERU S.A.C					TABLERO DE CONTROL	
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
<b>MESA CIRCULAR</b>					<b>COG:</b>	Z1-MC-1
<b>Diarias</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miercoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
<b>Actividades</b>						
M01	X	X	X	X	X	X
M03	X	X	X	X	X	X
M04	X	X	X	X	X	X
M15	X	X	X	X	X	X
M16	X	X	X	X	X	X
M17	X	X	X	X	X	X
<b>MESA CIRCULAR</b>					<b>COG:</b>	Z1-MC-2
<b>Diarias</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miercoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
<b>Actividades</b>						
M01	X	X	X	X	X	X
M03	X	X	X	X	X	X
M04	X	X	X	X	X	X
M15	X	X	X	X	X	X
M16	X	X	X	X	X	X
M17	X	X	X	X	X	X
<b>MESA CIRCULAR CANTEADORA</b>					<b>COG:</b>	Z1-MCC-3
<b>Diarias</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miercoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
<b>Actividades</b>						
M01	X	X	X	X	X	X
M03	X	X	X	X	X	X
M04	X	X	X	X	X	X
M15	X	X	X	X	X	X
M16	X	X	X	X	X	X
M17	X	X	X	X	X	X

**Figura 86: Tablero de control diaria**

Fuente: Elaboración propia.

<b>MULTILAMINA</b>					<b>COG:</b>	Z1-M-4
--------------------	--	--	--	--	-------------	--------

<b>Diarias</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miercoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
<b>Actividades</b>						
M01	X	X	X	X	X	X
M03	X	X	X	X	X	X
M04	X	X	X	X	X	X
M15	X	X	X	X	X	X
M16	X	X	X	X	X	X
M17	X	X	X	X	X	X
E02	X	X	X	X	X	X

<b>DESPUNTARORA HORIZONTAL</b>					<b>COG:</b>	Z2-DH-5
--------------------------------	--	--	--	--	-------------	---------

<b>Diarias</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miercoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
<b>Actividades</b>						
M01	X	X	X	X	X	X
M03	X	X	X	X	X	X
M04	X	X	X	X	X	X
M15	X	X	X	X	X	X
M16	X	X	X	X	X	X
M17	X	X	X	X	X	X

<b>DESPUNTARORA VERTICAL</b>					<b>COG:</b>	Z2-DV-6
------------------------------	--	--	--	--	-------------	---------

<b>Diarias</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miercoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
<b>Actividades</b>						
M01	X	X	X	X	X	X
M03	X	X	X	X	X	X
M04	X	X	X	X	X	X
M15	X	X	X	X	X	X
M16	X	X	X	X	X	X
M17	X	X	X	X	X	X

<b>DESPUNTARORA VERTICAL</b>					<b>COG:</b>	Z2-DV-7
------------------------------	--	--	--	--	-------------	---------

<b>Diarias</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miercoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
<b>Actividades</b>						
M01	X	X	X	X	X	X
M03	X	X	X	X	X	X
M04	X	X	X	X	X	X
M15	X	X	X	X	X	X
M16	X	X	X	X	X	X
M17	X	X	X	X	X	X

**Figura 87:** Tablero de control diaria

Fuente: Elaboración propia.

COMPRESORA VERTICAL						COG:	Z3-CV-8
Diarias	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	
Actividades							
M05	X	X	X	X	X	X	
M03	X			X			
M09		X					
M17	X	X	X	X	X	X	

COMPRESORA VERTICAL						COG:	Z3-CV-9
Diarias	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	
Actividades							
M05	X	X	X	X	X	X	
M03	X			X			
M09		X					
M17	X	X	X	X	X	X	

COMPRESORA HORIZONTAL						COG:	AF-CH-15
Diarias	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	
Actividades							
M05	X	X	X	X	X	X	
M03	X			X	X		
M09			X				
M17	X	X	X	X	X	X	

PISTOLA PARA CLAVOS						COG:	Z3-PC-10
Diarias	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	
Actividades							
M05	X	X	X	X	X	X	
M12	X				X		
M13						X	
I03						X	

PISTOLA PARA CLAVOS						COG:	Z3-PC-11
Diarias	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
Actividades							
M05	X	X	X	X	X	X	
M12	X				X		
M13						X	
I03						X	

ESTOCA						COG:	Z1-E-12
Diarias	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
Actividades							
M08	X		X		X		
M12						X	

**Figura 88:** Tabla de control diaria

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 88, en el caso de las estocas como son 3 unidades se realizarán el mismo mantenimiento simultáneamente.

Cabe recalcar que todas las actividades diarias como se muestra en el cronograma serán realizadas antes de ser manipuladas o prendidas para producir.

Así como existen actividades que se deben realizar diariamente hay otras que son realizadas de acuerdo a un cierto tiempo por lo cual en la siguiente figura se muestra un cronograma de actividades por semanas que tiene el año, de acuerdo a las diferentes máquinas que están en la empresa. Dicha fecha exacta se deja al criterio del Supervisor y el horario de igual forma. Además cabe mencionar que los formatos propuestos están a libre cambio para ya sea aumentar actividades de mantenimiento o modificación la fecha.

MESA CIRCULAR																								
MESES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
Actividades	S1	S2	S3	S4																				
L04	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
E04	X												X											
E05	X								X								X							
M13	X												X											

MESA CIRCULAR																								
MESES	MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12			
Actividades	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
L04	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
E04	X												X											
E05	X								X								X							
M13	X												X											

MULTILAMINA																								
MESES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
Actividades	S1	S2	S3	S4																				
L04	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
E03	X								X								X							
E04	X												X											
E05	X								X								X							
M13	X												X											

MULTILAMINA																								
MESES	MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12			
Actividades	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
L04	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
E03	X								X								X							
E04	X												X											
E05	X								X								X							
M13	X												X											

**Figura 89: Cronograma de control semanal**

Fuente: Elaboración propia.

DESPUNTADORA																																
MESES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6											
Actividades	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4																								
L04	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
E04	X												X																			
E05	X								X								X															
M13	X												X																			

DESPUNTADORA																																
MESES	MES 7				MES 8				MES 10				MES 11				MES 12															
Actividades	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
L04	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
E04	X												X																			
E05	X								X								X															
M13	X												X																			

COMPRESORA																																
MESES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6											
Actividades	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4																								
M07	X												X																			
M09	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
M13	X												X																			
I01	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	

COMPRESORA																																
MESES	MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12											
Actividades	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
M07	X												X																			
M09	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
M13	X												X																			
I01	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	

PISTOLA																																
MESES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6											
Actividades	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4																								
M13	X				X				X				X				X				X				X				X			

PISTOLA																																
MESES	MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12											
Actividades	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
M13	X				X				X				X				X				X				X				X			

ESTOCA																																
MESES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6											
Actividades	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4																								
M13	X				X				X				X				X				X				X				X			

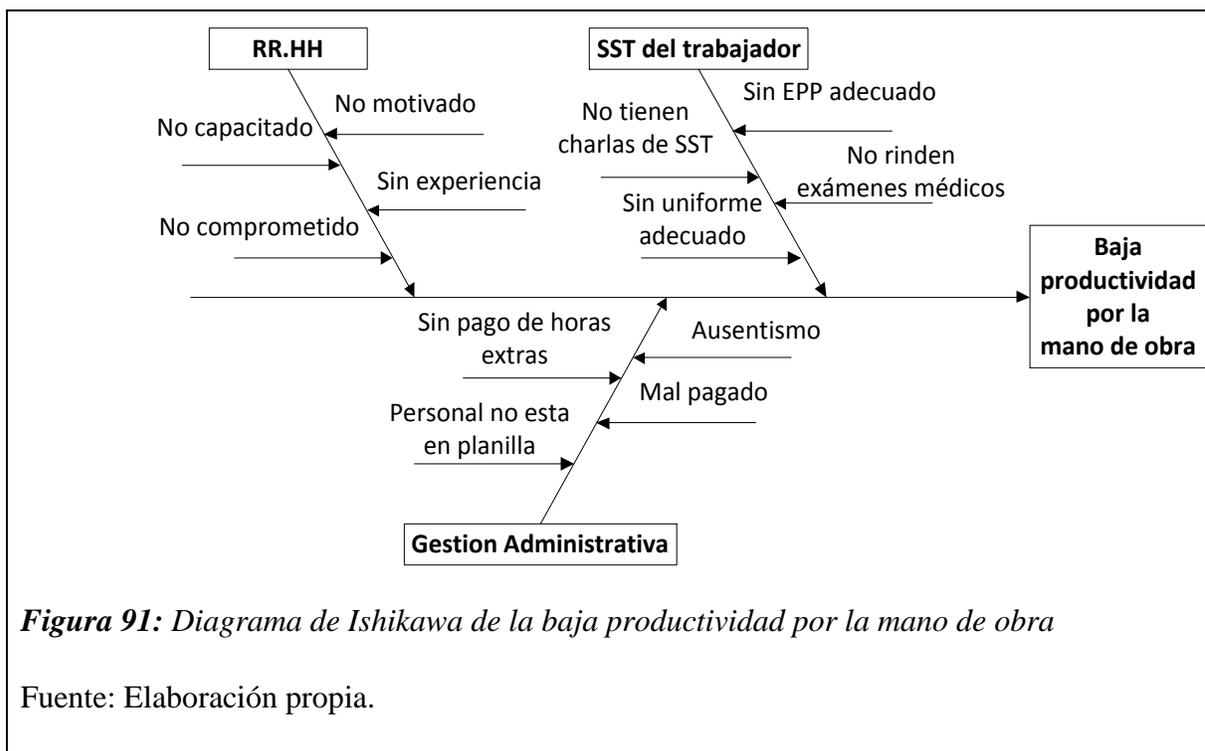
ESTOCA																																
MESES	MES 7				MES 8				MES 10				MES 11				MES 12															
Actividades	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
M13	X				X				X				X				X				X				X				X			

**Figura 90: Cronograma de control semanal**

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3.1.3. Fase Analizar

Esta fase se trata de analizar la información recolectada para determinar las posibles causas que generan la baja productividad de la planta a raíz del personal además se definirán las causas determinantes con ayuda del diagrama de Ishikawa como se muestra en la siguiente figura 91.



Las posibles causas son dadas por cada uno de la empresa, una vez que se tiene el N° de causas se procede a una votación con el propósito de encontrar las causas determinantes utilizando el diagrama de Pareto como se demuestra en la figura 91.

**Tabla 58***Posibles causas para la baja productividad de la empresa por la mano de obra*

<b>Posibles causas para la baja productividad de la empresa por la mano de obra</b>					
<b>CAUSAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>%</b>	<b>ACUMULADO</b>	<b>%</b>	<b>ACUMUL.</b>
no capacitado	7	31,8%	7	31,8%	
no tiene charlas de SST	6	27,3%	13	59,1%	
no motivado	5	22,7%	18	81,8%	
sin uniforme adecuado	2	9,1%	20	90,9%	
sin EPP adecuado	2	9,1%	22	100,0%	
sin pago de horas extras	0	0,0%	22	100,0%	
personal no están en planilla	0	0,0%	22	100,0%	
no comprometido	0	0,0%	22	100,0%	
sin experiencia	0	0,0%	22	100,0%	
no rinden exámenes médicos	0	0,0%	22	100,0%	
Ausentismo	0	0,0%	22	100,0%	
mal pagado	0	0,0%	22	100,0%	
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>100,0%</b>			

Fuente: Elaboración propia.

En donde se puede mostrar que nos da como resultado 3 causas determinantes en la baja productividad de la empresa por la mano de obra en el que se grafica en el diagrama de Pareto a continuación.

Demostrando que las 3 causas determinantes son la mano de obra no capacitada, no reciben charlas de SST y que el personal no se encuentra motivado por la empresa.

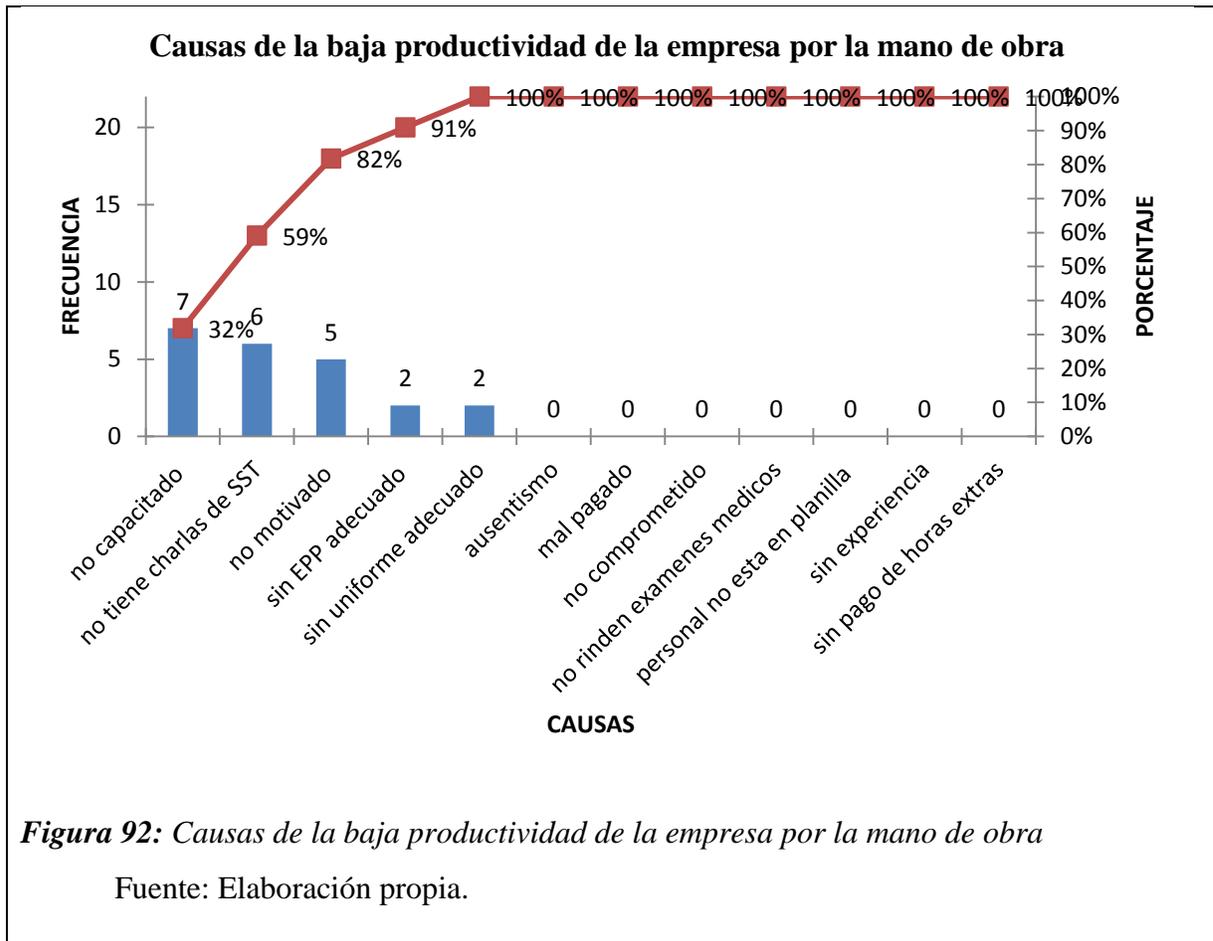
#### **3.2.3.1.4. Fase Mejorar**

Esta fase permite solucionar para atacar el problema principal, dado que los problemas se atacan encontrando sus causas lo mismo que se realizó con el diagrama de Ishikawa luego se

utilizó el diagrama de Pareto recogiendo las causas con sus respectivos puntajes que se determinaron con la ayuda del personal del área de producción.

Dando como resultado las principales causas vitales de la baja productividad, las cuales al resolverlas se solucionarían aproximadamente en un 80%, de las demás causas del problema.

A continuación se muestra la continuación de la figura 83, la cual es la aplicación de Pareto que utiliza las posibles causas que arrojó el diagrama Ishikawa.



### 3.2.3.1.5. Fase Controlar

En esta etapa se monitorea el proceso para mantenerlo bajo control, la herramienta que se utilizará en esta fase es SPC (Control estadístico de procesos), con ello utilizando el software SPC para Excel. Otros software que son similares y que pueden reemplazarlo al SPC, si de este no se tiene alcance son el QiMacros, SPSS, y Mini Tap.

A continuación se demuestra cómo funciona el software SPC, utilizando np (fracción defectuosa con muestras constantes de pallets producidos), la cual la muestra se realizó en 2 días iniciando desde las 9 am y terminando a las 11 am del día siguiente, dando como resultado 15 defectos en 300 pallets de muestra.

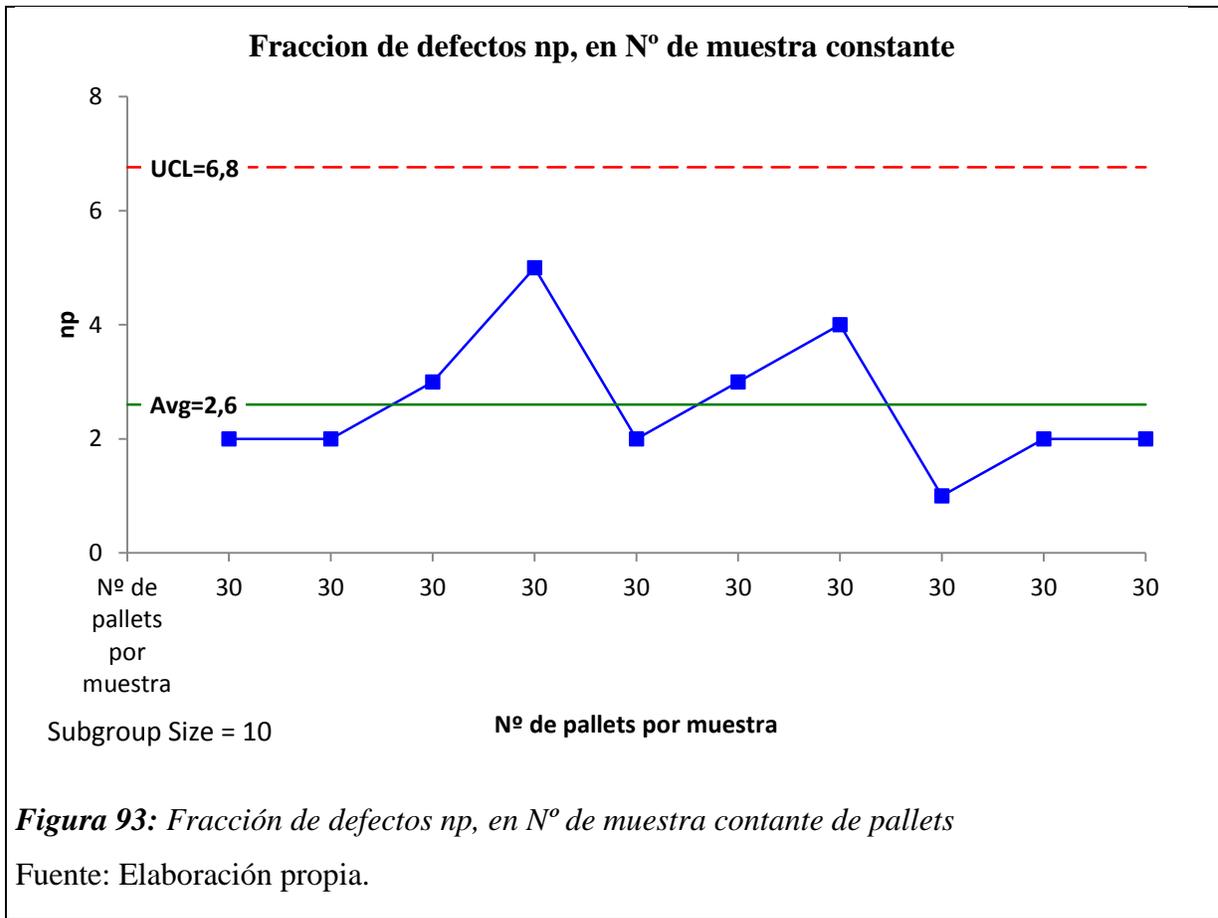
**Tabla 59**

*Fracción de defectos en el N° de muestras constantes de pallets*

<b>Fracción de defectos en el N° de muestras constantes de pallets</b>				
<b>Ítems</b>	<b>hora</b>	<b>N° de muestras</b>	<b>N° de pallets por muestra</b>	<b>Pallets defectuosos</b>
<b>1</b>	9:00 AM	1	30	2
<b>2</b>	10:00 AM	1	30	2
<b>3</b>	11:00 AM	1	30	3
<b>4</b>	12:00 PM	1	30	5
<b>5</b>	1:00 PM	1	30	2
<b>6</b>	4:00 PM	1	30	3
<b>7</b>	5:00 PM	1	30	4
<b>8</b>	9:00 AM	1	30	1
<b>9</b>	10:00 AM	1	30	2
<b>10</b>	11:00 AM	1	30	2
<b>TOTAL</b>			<b>300</b>	<b>15</b>

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenida la muestra se procederá a graficar utilizando SPC en np, que es para ver la fracción defectuosa.



Demostrando en la figura 93, que el UCL, es decir el límite superior es de 6,8 y el Avg es 2,6 y podemos hallar como fracción defectuosas promedio de la siguiente forma, dando como resultado 0.083 lo cual significa que esa sería el promedio que salga otro producto defectuoso.

$$\text{Fraccion defectuosos promedio } (x) = \frac{\text{suma de defectos}}{\text{suma de } n^{\circ} \text{ de pallets}}$$

$$\text{Fraccion defectuosos promedio } (x) = \frac{25}{300} = 0.083$$

#### **3.2.4. Situación de la productividad en la propuesta**

Se estima que con esta propuesta las mermas de materia prima e insumos, tiempos muertos y paradas de maquinaria y equipos se pueden reducir hasta un 50%, el cual se tomó ese dato por la ecuación de la probabilidad.

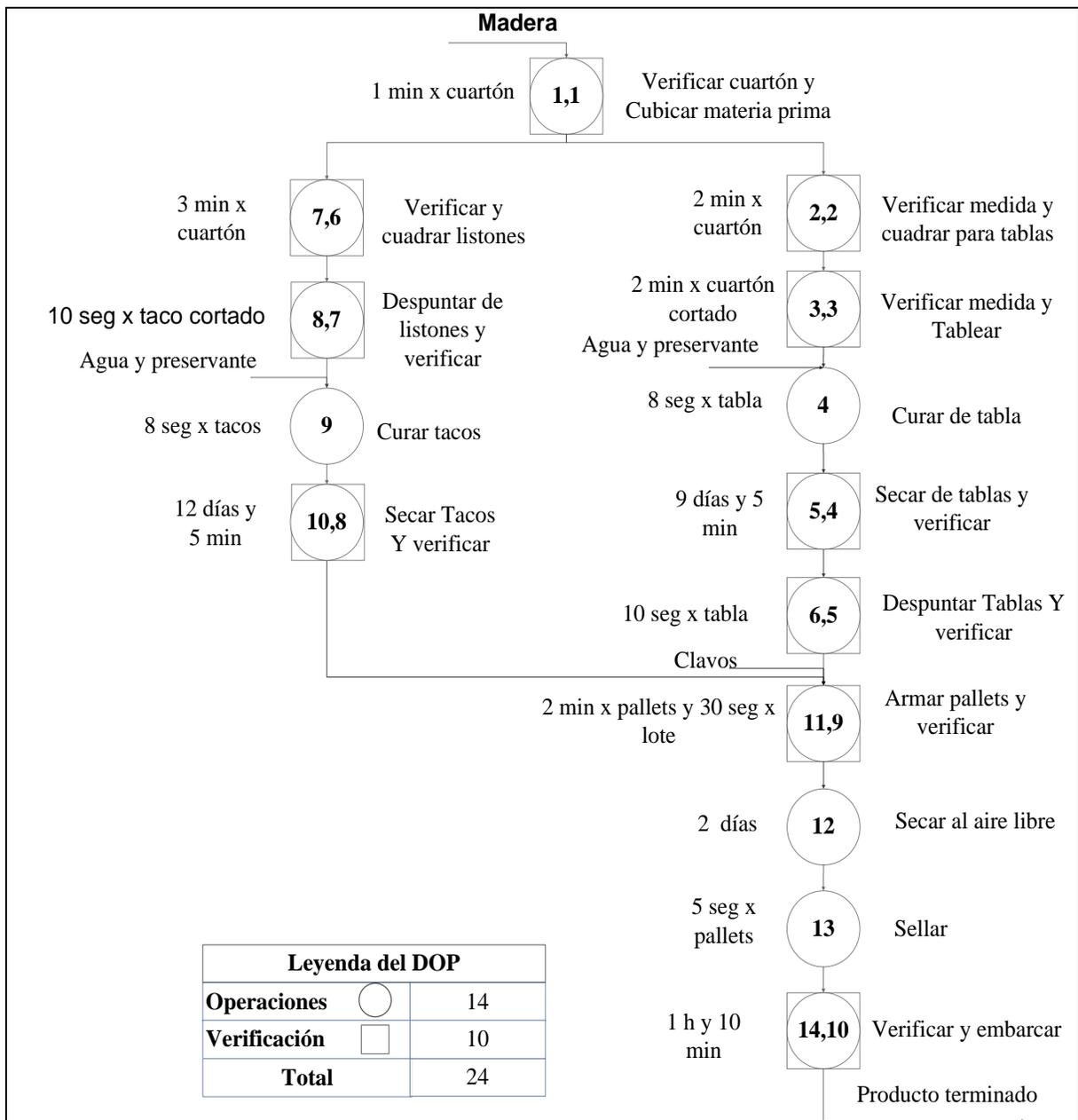
Dando como resultado estimado una mejor productividad para el periodo de Julio 2017 hasta Julio 2018, a raíz de que mejora la calidad del producto terminado, alargando la vida útil de la maquinaria y equipos, además de dar una mejor calidad de vida al personal en el trabajo.

A continuación se mostrará primero los resultados estimados en los diagramas DOP, DAP y VSM, ya que estos diagramas fueron fundamentales para ver la actualidad del proceso productivo de pallets de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C.

##### **- Diagrama de operaciones del proceso productivo de pallets (DOP), estimada en la propuesta**

En la figura 86, se presenta el diagrama de operaciones dando 14 operaciones y 10 verificaciones, comparando con el DOP actual de la empresa se puede decir que se ha incrementado a 10 las verificaciones y una disminución en las operaciones la cual fue eliminado el proceso de amolado lo cual se vio que al haber más verificaciones o controles en cada proceso no será necesario amolar ya que se disminuirán los defectos en las tablas y productos terminados.

De esta manera se puede decir que al haber un mayor control desde el ingreso de la materia prima, con las constantes capacitaciones y con la nueva cultura de la metodología 5 S y SMED, se estima que cada operación se realiza en el menor tiempo, disminuyendo la merma, eliminando las obstrucciones en los pasadizos y eliminando los tiempos muertos.



**Figura 94:** Diagrama de operaciones del proceso productivo de pallets estimado de la propuesta

Fuente: Elaboración propia.

- Diagrama de actividades del proceso productivo de pallets (DAP), estimada en la propuesta

En la figura 95, se presenta el diagrama de actividades.

Descripción	Cant.	Dist.	Tiempo	Actividades					observaciones
				○	□	D	→	▽	
Verificar los cuartones	1 unid		30 seg						
Cubicar los cuartones	1 unid		30 seg						
Trasladar a la mesa circular 1	1 unid	5 m	1 min						
Verificar medida requerida			10 min						
Cortar cuartones para tablas	1 unid		2 min						
Parada de máquina para limpieza			5 min						
Trasladar cuartones a multilamina		5 m	1 min						
Verificar medida requerida			15 min						
Tablear madera	1 unid		2 min						
Parada de máquina para limpieza			6 min						
Trasladar las tablas al curado		40 m	2 min						
Preparar preservante			10 min						
Sumergir tablas en preservante	1 unid		8 seg						
Ordenar las tablas	1 unid		5 seg						
Trasladar las tablas al secado		10 m	3 min						
Tender las tablas	1 unid		10 seg						
Esperar hasta que se sequen			4 días						
Dar vuelta a las tablas	1 unid		5 seg						
Esperar hasta que se sequen			5 días						
Verificar si están secas	1 unid		5 min						
Trasladar tablas al despunte	1 unid	60 m	1 min						
Verificar medida			2 seg						
Despuntar tablas	1 unid		8 seg						
Parada de máquina para limpieza			5 min						
Trasladar tablas al armado		8 m	1 min						
Trasladar cuartones a la mesa circular 2 para sacar tacos		5 m	1 min						
Verificar máquina			10 min						
Cuadrar madera para listones	1 unid		3 min						
Parada de máquina para limpieza			5 min						
Trasladar listones al despunte		20 m	2 min						
Verificar medida			2 seg						
Cortar tacos	1 unid		8 seg						
Trasladar tacos al curado		45 m	3 min						
Curar tacos	1 unid		8 seg						
Trasladar los tacos a secar		7 m	50 seg						
Esperar para dar vuelta			6 días						
Dar vuelta a los tacos			3 seg						
Esperar a secar			6 d						
Verificar si están secos			5 min						
Trasladar tacos al armado		8 m	2 min						
Traer clavos		50 m	1 min						
Preparar pistolas			1 min						
Preparar moldes			20 min						
Amar pallets	1 unid		1.10 min						
Chancar las puntas de los clavos	1 unid		30 seg						
Verificar			20 seg						
Ordenar en columna los pallets			3 min						
Trasladar al secado aire libre, almacén		40 m	2 días						
Sellar los pallets	1 unid		5 seg						
Verificar la cantidad de pallets			10 min						

Figura 95: Diagrama de actividades del proceso productivo de pallets estimado de la propuesta

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 60**

*Leyenda del DAP estimado*

LEYENDA DEL DAP		
<b>Operación</b>	○	19
<b>Verificación</b>	□	10
<b>Esperas</b>	◐	8
<b>Transporte</b>	➡	12
<b>Almacén</b>	▽	1
<b>TOTAL</b>		50

Fuente: Elaboración propia.

Comparando con el DAP actual de la empresa se puede decir que se ha incrementado a 10 las verificaciones y una disminución en las operaciones a 19, una disminución de un transporte a 12 y un constante en esperas y en almacén.

Cabe mencionar que el tiempo total del DAP estimado es de 23 días 135 min 224 seg , lo cual nos indica una gran disminución, comparando con el actual ya que con la propuesta se quiere eliminar tiempos muertos, traslados de personal innecesarios, y aumentar los controles para que se logre un producto sin defectos y así lograr mejorar la productividad.

**- VSM futuro, estimada en la propuesta**

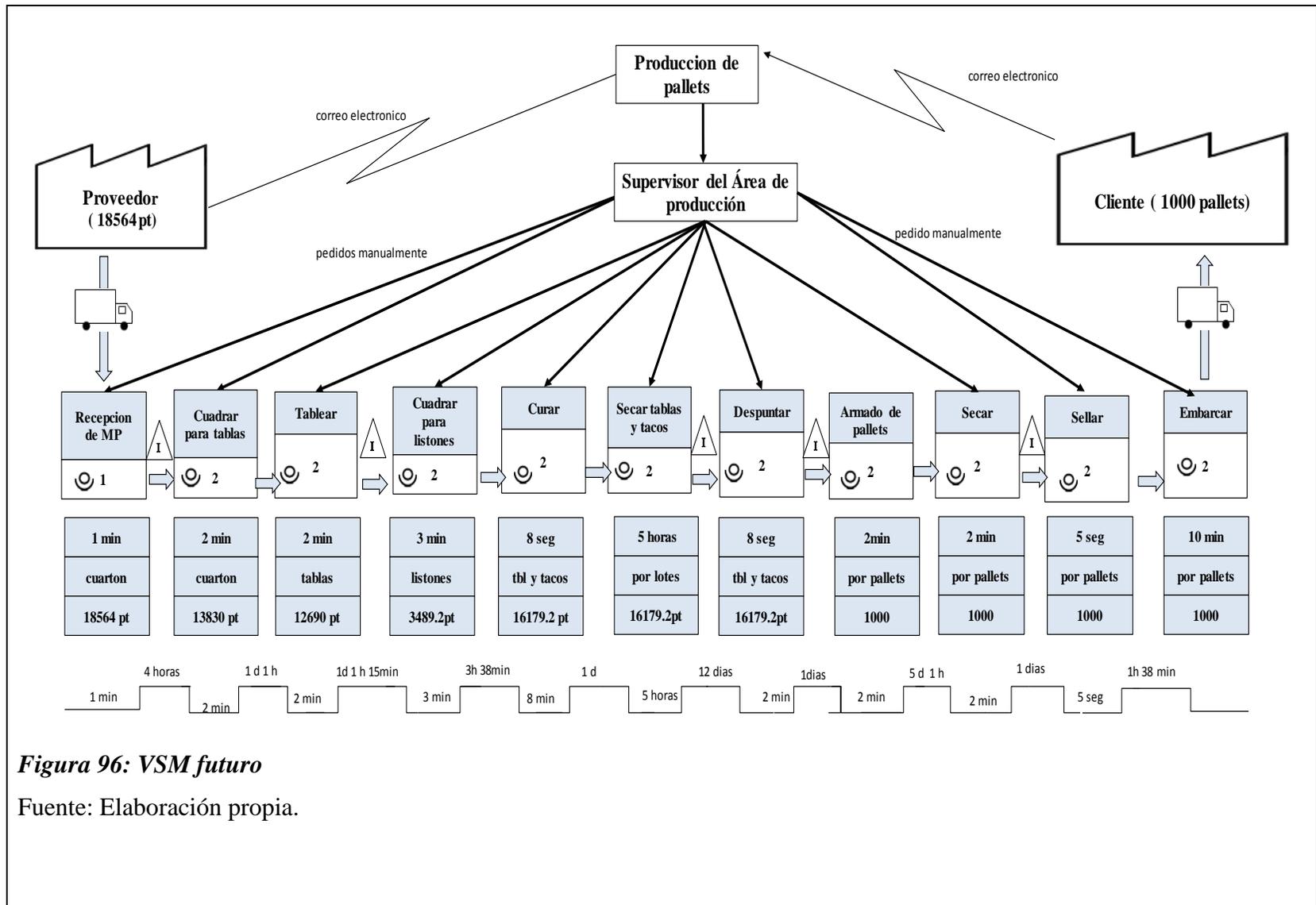
Lo primero que se realizó para el VSM futuro, fue dar solución a los tiempos muertos en los procesos y luego se trazó el VSM futuro con base del actual, especificando los procesos, se dio como solución una mejor salida de materia prima, menos tiempos muertos.

$$\text{Tiempo disponible} = 28800 \text{ seg} - 2400\text{seg} = 26400$$

También con el diagrama podemos hallar tiempo Lead time y el tiempo del ciclo total que dan como resultado los siguientes:

$$\text{Tiempo Lead time} = 23 \text{ días } 135 \text{ min } 224 \text{ seg}$$

$$\text{Tiempo del ciclo total} = 5 \text{ horas } 22 \text{ min } 5 \text{ seg}$$



**Figura 96: VSM futuro**

Fuente: Elaboración propia.

## Costo estimado de mano de obra

Para poder hallar el costo estimado de la mano de obra se realizó primero un análisis de las horas hombres productivos actuales y los tiempos muertos de la mano de obra actual, la finalidad de la propuesta es poder disminuir el 50% de los tiempos muertos o de actividades innecesarias, como se muestra en la tabla 61.

**Tabla 61**

*Análisis de horas productivas de mano de obra*

Función	N° operarios	Ciclo de trabajo			Tiempo muertos		
		h/mes	h/año	Seg/mes	Seg/mes	h/mes	h/año
<b>Máquinas</b>	16	192	2304	8294400	57600	16	192
<b>Curado</b>	2	192	2304	8294400	31440	8.73	104.8
<b>Ayudantes</b>	4	192	2304	8294400	28800	8	96
<b>Total</b>	<b>22</b>		<b>6912</b>	<b>24883200</b>	<b>117840</b>	<b>32.733333</b>	<b>392.8</b>

Fuente: Elaboración propia.

Una vez sabiendo los tiempos muertos de la mano de obra distribuida por las funciones que realizan se estima entonces el tiempo productivo real y con ello se puede calcular el tiempo real productivo de la propuesta, disminuyendo el 50% de los tiempos muertos (TM) de la mano de obra.

**Tabla 62**

*Continuación de análisis de horas productivas de la mano de obra*

Función	Tiempo Real de trabajo produc.			Participación MO %	Tiempo estimado de prod. con el 50% TM (h/año)	Participación de MO estimada %
	h/ mes	h/año	seg/mes			
Máquinas	176	2112	633600	92%	2208	96%
Curado	183.27	2199.2	659760	95%	2251.6	98%
Ayudantes	184	2208	662400	96%	2256	98%
<b>Total</b>		<b>6519.2</b>	<b>1955760</b>	<b>94%</b>	<b>6715.6</b>	<b>97%</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 63, nos muestra que la participación de la MO (mano de obra) con respecto al tiempo real de trabajo productivo es de 94%, que es igual a 6519.2 horas/año. Con la propuesta se reduce en un 50% los TM (tiempos muertos), aumentando nuestra participación de la mano de obra en un 4%.

Cabe mencionar que el costo de mano de obra que la empresa invierte no disminuirá, si no que se trata de mejorar la productividad de la mano de obra utilizando el mismo capital humano.

**Tabla 63**

*Costo de mano de obra*

<b>N° operarios</b>	<b>costo mensual</b>	<b>Seguro</b>	<b>Costo Anual</b>	<b>Costo Total/anual</b>
22	1200	80	15360	S/. 337,920.00

Fuente: Elaboración propia.

### **Costo estimado de Maquinaria y equipo**

Para hallar el costo estimado de maquinaria y equipo, primero debemos mencionar que al ciclo de trabajo se le analizó los tiempos muertos o de paradas de cada máquina en limpieza y cambio de disco, con la propuesta se estima disminuir un 50% estas paradas de máquinas y equipos, obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 64***Análisis de horas productivas de la maquinaria y equipos*

Máquinas	Cantidad	ciclo de trabajo			tiempo muerto	
		h/mes	seg/mes	h/año	limpieza seg/mes	cambio de disco seg/mes
Mesa circular	1	192	691200	2304	28800	15408
Mesa circular	1	80	288000	960	28800	15408
Despuntadora H.	1	120	432000	1440	28800	5336
Despuntadora H.	1	120	432000	1440	28800	5336
Despuntadora V.	1	192	691200	2304	28800	5336
Multilamina	1	192	691200	2304	32760	8664
Mesa canteadora	1	64	230400	768	28800	954
Compresora V.	1	60	216000	720	0	275
Compresora H.	1	192	691200	2304	0	275
Compresora H.	1	192	691200	2304	0	275
<b>Total</b>					<b>205560</b>	<b>57267</b>

Fuente: Elaboración propia.

Además se puede determinar cuál es el tiempo productivo estimado con la disminución del 50% de tiempos en paradas de máquinas y equipos, donde el TE, es el tiempo estimado y TM es el tiempo muerto.

**Tabla 65***Continuación del análisis de horas productivas de la maquinaria y equipos*

Máquinas	Tiempo real de producción			Participación de máquina y equip.	Tiempo estimado de prod. con el 50% TM	T. E (h/año)	Participación estimada de maquinaria y e.
	seg/mes	h/mes	h/año	%	(seg/mes)		%
Mesa circular	646992	179.72	2156.6	94%	669096	2230.3	97%
Mesa circular	243792	67.72	812.6	85%	265896	886.3	92%
Despuntadora H.	397864	110.52	1326.2	92%	414932	1383.1	96%
Despuntadora H.	397864	110.52	1326.2	92%	414932	1383.1	96%
Despuntadora V.	657064	182.52	2190.2	95%	674132	2247.1	98%
Multilamina	649776	180.49	2165.9	94%	670488	2235.0	97%
Mesa canteadora	200646	55.74	668.8	87%	215523	718.4	94%
Compresora V.	215725	59.92	719.1	100%	215862.5	719.5	100%
Compresora H.	690925	191.92	2303.1	100%	691062.5	2303.5	100%
Compresora H.	690925	191.92	2303.1	100%	691062.5	2303.5	100%
			<b>15791.9</b>	<b>94%</b>		<b>16410</b>	<b>97%</b>

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro muestra el aumento de la participación de la maquinaria y equipo que nos da como resultado que en la actualidad en un 94% que significa 15791.9 hora/año, pero con la disminución del 50% de paradas y desplazamientos innecesarios y demás mejoras, se estima que aumentará a un 97%, esto nos quiere decir que aumentarán las horas productivas de maquinaria y equipo anualmente de 16410 horas/año.

Tomando los costos de depreciación de la maquinaria y equipo nuevos se consideró la eliminación de la maquina amoladora por las mejoras que se realizarán es por eso que el costo disminuye de S/. 69,736.00 a S/ 69,216.00.

**Tabla 66***Costo de maquinaria y equipos con depreciación estimada*

<b>Costo de Maquinaria y equipos con depreciación estimada</b>								
<b>Maquinaria o equipo</b>	<b>Cand</b>	<b>Precio de compra (S/)</b>	<b>Tiempo de vida</b>	<b>D. (años)</b>	<b>Año de compra</b>	<b>Tiempo de compra (años)</b>	<b>Costo actual (S/)</b>	<b>Total</b>
Mesa circular	1	8000	10	800	2015	2	6400	S/. 6,400.00
Mesa circular	1	8000	10	800	2015	2	6400	S/. 6,400.00
Despuntadora H.	1	12000	10	1200	2015	2	9600	S/. 9,600.00
Despuntadora V.	2	11500	10	1150	2015	2	9200	S/. 18,400.00
Multilamina	1	13000	10	1300	2015	2	10400	S/. 10,400.00
Mesa canteadora	1	7500	10	750	2015	2	6000	S/. 6,000.00
Compresora V.	2	4399	10	439.9	2015	2	3519.2	S/. 7,038.40
Compresora H.	1	1760	10	176	2016	2	1408	S/. 1,408.00
Estocas	3	560	10	56	2016	2	448	S/. 1,344.00
Pistola	2	1391	10	139.1	2016	2	1112.8	S/. 2,225.60
								<b>S/. 69,216.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al costo de mantenimiento estimado como se muestra en la tabla 67, se puede determinar diferente al actual ya que con el programa TPM, se estima realizar un mejor mantenimiento en menor tiempo y a un mejor precio, eso hace que ya no se trabaje días domingos en donde genera más gastos.

**Tabla 67***Costo estimado de mantenimiento estimado*

<b>Costo de mantenimiento</b>						
<b>Requerimientos</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad requerida</b>	<b>dias/mes</b>	<b>Meses</b>	<b>Precio (S)/día</b>	<b>Total</b>
Mano de obra	operario	1	4	12	50	S/. 2,400
		<b>Cantidad requerida</b>	<b>Veces de uso al mes</b>	<b>Comprar al año(unid)</b>		
Grasa	balde de 15 kg	80 gr	2	1	239	S/. 239
Aceite	pomo de 500 gr	750 gr	1	18	40	S/. 720
<b>Total</b>						<b>S/. 3,359</b>

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al costo estimado por consumo de energía de las máquinas y equipos, se puede decir que al disminuir en un 50% las paradas, se calcula que el T.E. (tiempo estimado) del total de las horas por mes de todas las máquinas y equipos pasan de 1524 a 1404 horas/mes, esto significa que habrá una disminución de consumo de energía por lo que ya no se considera la amoladora, por lo tanto se aumentará la producción y disminuirá los costos de consumo de energía.

**Tabla 68***Costo de consumo de energía por maquinaria y equipo*

<b>Consumo de energía por máquinas</b>							
<b>Máquinas</b>	<b>Cand</b>	<b>KW-h</b>	<b>Modelos</b>	<b>h/mes</b>	<b>T. E (h/año)</b>	<b>Costo por kw/h (S/)</b>	<b>Total</b>
Mesa circular	1	1.5	MS90L-4	192	2230.3	0.69	S/. 1,538.92
Mesa circular	1	1.5	MS90L-4	80	886.3	0.69	S/. 611.56
Despuntadora H.	1	2.2	MS100L1-4	192	2247.1	0.69	S/. 1,550.50
Despuntadora V.	1	2.2	MS100L1-5	120	1383.1	0.69	S/. 954.34
Despuntadora V.	1	2.2	MS100L1-4	120	1383.1	0.69	S/. 954.34
Multilamina	1	5.5	MS132S-4	192	2235.0	0.69	S/. 1,542.12
Mesa canteadora	1	1.5	MS90L-4	60	670.4	0.69	S/. 462.58
Compresora V.	1	2.2	MS90L-5	192	2303.5	0.69	S/. 1,589.44
Compresora V.	1	2.2.	MS90L-6	192	2303.5	0.69	S/. 1,589.44
Compresora H.	1	0.75	MS90L-6	64	767.5	0.69	S/. 529.60
<b>Total</b>				<b>1404</b>	<b>16410.0</b>		<b>S/. 11,322.87</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 69 se aprecia los Costos de Hora/máquina con depreciación, en donde con un estimado de llegar a un 97% de mejoras se calculó que la maquinaria trabajará 16410 horas al año a diferencia de las horas productivas que tiene la maquinaria en su actualidad de 18288 horas al años eso significa que con menos horas de trabajo se producirá la misma cantidad y con menos costos, con respecto del mantenimiento estimada no varía en las horas pero si disminuye el costo. Por último el costo de energía en hora/ máquina se calculó que trabajara 16410 horas al año por el 97% que se estimar llegar a mejorar.

Entonces se concluye que el Costo total de Hora/máquina disminuirá de S/. 32.89 a un S/. 13.66, gracias a que se estima mejorar a un 97% la participación de la maquinaria y equipos en la producción.

**Tabla 69***Costos hora/máquina estimada*

<b>Costo de depreciación por Hora/máquina</b>				
	<b>total (s/)</b>	<b>horas al año</b>	<b>total</b>	
S/.	69,216.00	16410.0	S/.	<b>4.22</b>
<b>costo de mantenimiento por Hora/máquina</b>				
	<b>total (s/)</b>	<b>horas al año</b>	<b>total</b>	
S/.	3,359.00	384.0	S/.	<b>8.75</b>
<b>costo de energía por hora/máquina</b>				
	<b>total (s/)</b>	<b>horas al año</b>	<b>total</b>	
S/.	11,322.87	16410.0	S/.	<b>0.69</b>
<b>SUMA TOTAL (hora/máquina</b>			<b>S/.</b>	<b>13.66</b>
<b>COSTO TOTAL AL AÑO</b>			<b>S/.</b>	<b>224,083.24</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Costo estimado de materia prima e insumos**

Para hallar el costo estimado de materia prima e insumos, primero se deberá saber en cuantas unidades de pallets variará la producción, para lograr ello se debe comparar la participación real de producción con las unidades producidas durante el periodo Junio 2016 hasta Junio 2017, además de indicar que con la disminución del 50% de tiempos muertos de la maquinaria y equipos, se tiene una participación estimada de 97%, la cual refleja un aumento estimado de producción para el siguiente periodo de Julio 2017 hasta Julio 2018 entre la participación estimada de producción, tal cual se muestra en la tabla.

**Tabla 70***Análisis de la producción estimada*

<b>Entonces</b>			
<b>Modelo A</b>	94%	14938	modelo A
	97%	x	modelo A
	Modelo A	15414.745	uni/ año
	Modelo A	1036795.7	soles/año
<b>Modelo B</b>	94%	11483	modelo A
	97%	x	modelo A
	Modelo A	11849.479	uni/ año
	Modelo A	769031.17	soles/año
<b>Modelo B</b>	94%	4500	modelo A
	97%	x	modelo A
	Modelo A	4644	uni/ año
	Modelo A	317809.15	soles/año

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 70, nos muestra como se ha calculado la producción de pallets estimado, donde arroja un aumento de 476 del modelo A es decir de 14938 unid/años que se produce en la actualidad se producirá 15414 unid/año, del modelo B arrojó un aumento de 366 pallet y del modelo C dando un aumento de 144 pallets.

Para poder hallar la productividad de mano de obra estimada se realizará con base de los cálculos de la tabla 70, tomando en cuenta los mismos precios de venta de los modelos A, B y C, como se muestra en la siguiente tabla 71.

**Tabla 71***Producción estimada de pallets para Julio 2017 a Julio 2018*

<b>Producción estimada de Pallets durante los meses</b>			
<b>Julio 2017 hasta Julio 2018</b>			
<b>Modelo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio de venta (S/)</b>	<b>Total</b>
A ( 1.01 m x 1.21 m )	15415	67.26	S/. 1,036,812.90
B ( 1.00 m x 1.20 m )	11849	64.9	S/. 769,000.10
C (1.02 m x 1.22 m )	4644	68.44	S/. 317,835.36
<b>Total</b>	31908		S/. 2,123,648.36

Fuente: Elaboración propia.

Luego se calculará la cantidad de materia prima que se utilizará para cada modelo con respecto a la nueva cantidad de producción estimada, teniendo en cuenta que se recuperará el 50% de la merma, lo cual implica en una reducción de cantidad total de pie tablar por pallets, por ejemplo del modelo A (1.01 m x 1.21 m) paso de 19.166 a 16.681 pt por pallets del modelo B paso de 18,564 a 16,158 pt y del modelo C paso de 21,542 a 18,749

**Tabla 72***Materia prima a utilizar estimada*

<b>Materia Prima Total a utilizar estimada</b>			
<b>Modelo</b>	<b>Cantidad pt por pallets</b>	<b>(-50%) de merma</b>	<b>Cantidad total de pt por pallets</b>
1.01 m x 1.21 m	14.197	17.50%	16.681
1 m x 1.20 m	13.751	17.50%	16.158
1.02 m x 1.22 m	15.957	17.50%	18.749

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenida la cantidad de pt por pallets de cada modelo, se calcula en base a la cantidad y el precio de pt, obteniendo el costo de materia prima estimada para cada uno de los modelos.

**Tabla 73***Costo estimado de Materia prima por modelos*

<b>Costo estimado de Materia prima por modelos</b>				
<b>Modelo</b>	<b>Pt por pallets</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio por pt (S/.)</b>	<b>Total (S/.)</b>
1.01 m x 1.21 m	16.681	15415	1.8	S/. 462,858.27
1 m x 1.20 m	16.158	11849	1.8	S/. 344,613.61
1.02 m x 1.22 m	18.749	4644	1.8	S/. 156,730.08
<b>TOTAL (S/.)</b>				<b>S/. 964,201.96</b>

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo la cantidad total que ingresa de pt por pallets y la cantidad de producción estimada, obtenemos la cantidad estimada de insumos por modelo teniendo en cuenta con la propuesta en recuperar un 50% de la merma de estos mismo como se muestra en la tabla 74.

**Tabla 74***Insumos total estimados a utilizar por las cantidades de pallets*

<b>Insumos total estimados a utilizar por las cantidades de pallets</b>					
	<b>Insumos</b>	<b>Unidades de medida</b>	<b>Cantidad Utilizada</b>	<b>(-50%) de merma</b>	<b>Total a utilizar</b>
<b>Modelo A ( 2483 pallets)</b>	Clavos	unidades	878655	0.025%	878874.66
	Preservante	litros	100	0.025%	100.025
	Lija	metros	50	0.025%	50.013
	Pegamento	litros	30	0.025%	30.008
<b>Modelo B (13633 pallets)</b>	Clavos	unidades	995316	0.025%	995564.83
	Preservante	litros	80	0.025%	80.020
	Lija	metros	35	0.025%	35.009
	Pegamento	litros	20	0.025%	20.005
<b>Modelo C (6225 pallets)</b>	Clavos	unidades	724464	0.025%	724645.12
	Preservante	litros	60	0.025%	60.015
	Lija	metros	20	0.025%	20.005
	Pegamento	litros	15	0.025%	15.004

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 75 se muestra los costos estimados de insumos por modelos los cuales han aumentado a causa de que la producción de pallets se incrementó, esto quiere decir que habrá un mayor consumo de clavo, lijas y pegamento.

**Tabla 75**

*Costo estimado de insumos por modelos*

<b>Costos estimado de insumos por modelos</b>						
<b>Insumos</b>	<b>Unid. de medida</b>	<b>Cantidad a utilizar</b>	<b>Producto</b>	<b>Compra</b>	<b>Precio de compra(S/)</b>	<b>Total (S/)</b>
Clavos	unidades	878875	Por caja 9000 unid	98	104	S/. 10,155.89
Preservante	litros	100.025	Por galoneras 5 lt	20	45	S/. 900.23
Lija	metros	50.013	Por 1 m	50	6.73	S/. 336.58
Pegamento	litros	30.008	Por balde 5 lt	6	43	S/. 258.06
<b>Sub total</b>						<b>S/. 11,650.76</b>
Clavos	unidades	995565	Por caja 9000 unid	111	104	S/. 11,504.30
Preservante	litros	80.020	Por galoneras 5 lt	16	45	S/. 720.18
Lija	metros	35.009	Por 1 m	35	6.73	S/. 235.61
Pegamento	litros	20.005	Por balde 5 lt	4	43	S/. 172.04
<b>Sub total</b>						<b>S/. 12,632.14</b>
Clavos	unidades	724645	Por caja 9000 unid	81	104	S/. 8,373.68
Preservante	litros	60.015	Por galoneras 5 lt	12	45	S/. 540.14
Lija	metros	20.005	Por 1 m	20	6.73	S/. 134.63
Pegamento	litros	15.004	Por balde 5 lt	3	43	S/. 129.03
<b>Sub total</b>						<b>S/. 9,177.48</b>
<b>TOTAL</b>						<b>S/. 33,460.37</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **Productividad estimada de mano de obra**

Esta productividad es estimada en base a la relación que hay entre la producción estimada de pallets en soles y el costo de mano de obra, cabe indicar que el costo de la mano de obra total sigue igual ya que con la propuesta se quiere mejorar la producción de cada operario.

Donde para el modelo A se puede ver un aumento de productividad estimada de 2.97 a 3.07, para el modelo B un aumento de 2.21 a 2.28 y para el modelo C un aumento de 0.91 a 0.94, como se muestra en la tabla 76.

**Tabla 76***Productividad estimada de mano de obra*

<b>Productividad estimada de Mano de Obra</b>	
<b>Modelo A</b> <b>(1.01 m x 1.21m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ A\ (soles)}{Mano\ de\ obra\ (soles)}$
	<b>Productividad = 3.07</b>
<b>Modelo B</b> <b>(1.0 m x 1.20 m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ B\ (soles)}{Mano\ de\ obra\ (soles)}$
	<b>Productividad = 2.28</b>
<b>Modelo C</b> <b>(1.02 m x 1.22 m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ C\ (soles)}{Mano\ de\ obra\ (soles)}$
	<b>Productividad = 0.94</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Productividad estimada de maquinaria y equipo**

Para hallar la productividad estimada de maquinaria y equipo se estimó en base a la relación que hay entre la producción estimada de pallets en soles y la suma de costo de mantenimiento más costo de depreciación y costo de consumo de energía.

Donde se concluye que para el modelo A se puede ver un aumento de productividad estimada de 1.67 a 4.63, para el modelo B un aumento de 1.24 a 3.43 y para el modelo C un aumento de 0.512 a 1.418, como se muestra en la tabla 75.

**Tabla 77**

*Productividad estimada de maquinaria y equipos*

<b>Productividad estimada de Maquinaria y equipos</b>	
<b>Modelo A</b> <b>(1.01 m x 1.21m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ A\ (soles)}{Maquinaria\ y\ equipos(soles)}$
<b>Productividad = 4.63</b>	
<b>Modelo B</b> <b>(1.0 m x 1.20 m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ B\ (soles)}{Maquinaria\ y\ equipos(soles)}$
<b>Productividad = 3.43</b>	
<b>Modelo C</b> <b>(1.02 m x 1.22 m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ C\ (soles)}{Maquinaria\ y\ equipos(soles)}$
<b>Productividad = 1.418</b>	

Fuente: Elaboración propia.

### **Productividad estimada de materia prima e insumos**

En este caso para poder calcular la productividad estimada de materia prima e insumos se estimó en base a la relación que hay entre la producción estimada de pallets en soles del nuevo periodo de Julio 2017 a Julio 2018 y la suma de costo de materia prima estimada a utilizar e insumos.

Donde se puede comparar que para el modelo A hay un aumento de productividad estimada de 1.91 a 2.19, para el modelo B un aumento de 1.88 a 2.15 y para el modelo C un aumento de 1.68 a 1.92, como se muestra en la tabla78.

**Tabla 78***Productividad estimada de materia prima e insumos*

<b>Productividad estimada de Materia prima e insumos</b>	
<b>Modelo A</b> <b>(1.01 m x 1.21m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ A\ (soles)}{Materia\ Prima\ e\ insumos\ (soles)}$
<b>Productividad = 2.19</b>	
<b>Modelo B</b> <b>(1.0 m x 1.20 m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ B\ (soles)}{Materia\ Prima\ e\ insumos\ (soles)}$
<b>Productividad = 2.15</b>	
<b>Modelo C</b> <b>(1.02 m x 1.22 m)</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ C\ (soles)}{Materia\ Prima\ e\ insumos\ (soles)}$
<b>Productividad = 1.92</b>	

Fuente: Elaboración propia.

**Productividad Global estimada**

Para este cálculo se tomó en cuenta la producción estimada de pallets del modelo A, B y C, donde se multiplicó con el precio de venta, entre todos los recursos estimados que se utilizarán en soles es decir mano de obra, materia prima e insumos, maquinaria y equipo.

**Tabla 79***Productividad global estimada*

<b>Productividad Global estimada</b>	
<b>Modelo</b> <b>A,B y C</b>	$Productividad = \frac{Producción\ del\ Modelo\ A,By\ C\ (soles)}{(M.P.+I + Maquinaria + Equip. + M. O.) (soles)}$
<b>Productividad = 1.36</b>	

Fuente: Elaboración propia.

En donde da como resultado una productividad estimada de 1.36, este resultado con la productividad actual de 1.01 con una diferencia de 0.25 lo cual indica que de acuerdo al Sistema

de Gestión basado en Lean Six Sigma logrará aumentar la productividad global para el periodo de Julio 2017 hasta Julio 2018.

### 3.2.5. Análisis beneficio/costo (evaluación económica)

Para realizar la evaluación económica primero se calculó la situación de la productividad estimada en la propuesta de la materia prima e insumos, mano de obra, maquinaria y equipo, además de la productividad total todas obtenidas por los modelo A, B y C, los cuales se llegó a estimar una mejora de 50% con lo que se puede obtener un beneficio en soles calculado de la siguiente manera:

#### - Beneficios de la aplicación de un Sistema de Gestión basado en Lean Six sigma

Para este cálculo se tomó en cuenta los costos totales de lo actual y el estimado de materia prima e insumos, mano de obra, maquinaria y equipos, es hallado para luego ser comparado y dividido con el costo.

**Tabla 80**  
*Beneficios de la propuesta*

	<b>Beneficio estimado</b>		
	<b>Actual</b>	<b>Estimada</b>	<b>Diferencia</b>
	<b>unid/año</b>	<b>unid/año</b>	<b>unid/año</b>
<b>Modelo A</b>	14938	15414	476
<b>Costo/año</b>	1004729.88	1036795.7	S/. 32,065.85
<b>Modelo B</b>	11483	11849	366
<b>Costo/año</b>	745246.7	769031.17	S/. 23,784.47
<b>Modelo C</b>	4500	4644	144
<b>Costo/año</b>	307980	317809.15	S/. 9,829.15
<b>Total (uni)</b>			986
<b>Total (S/)</b>			S/. 65,679.47

Fuente: Elaboración propia.

### Costos que genera la aplicación el Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma.

En la tabla 81, se presenta los costos de servicio externo como son los capacitadores en manejo de maquinaria de corte y en seguridad industrial, y otro capacitador especialista en madera dando así capacitaciones del buen uso de la materia prima, mejorar el corte.

Las capacitaciones son propuestas durante 2 meses/año siendo 8 horas al mes, en el caso de los participantes en dichas capacitaciones las horas serán pagadas ya que se realizaran fuera de las horas de trabajo y participarán todos los involucrados del área de producción con el equipo de trabajo seleccionado.

Así mismo cabe detallar que las capacitaciones serán recibidas por especialistas en cada uno de los temas, para los cuales al momento de su contratación la empresa tendrá que cubrir con los costos logísticos de su servicio (transporte, alojamiento y alimentos).

**Tabla 81**

*Costos de servicio externo e internos*

Servicio externo	Unidades	Cantidad	Costos				Total (S/)
			costo h/d (S/)	horas /mes	meses/año	costos adicionales (S/)	
Capacitador en manejo de maquinaria y seguridad	persona	2	S/. 180.00	8	2	870	S/. 6630.00
Capacitador de manejo de materia prima	persona	2	S/. 120.00	8	3	870	S/. 6,630.00
<b>Sub total</b>							<b>S/. 13,260.00</b>
<b>Mano de obra</b>							
Operario (horas extras)	persona	22	S/. 6.25	8	2	-	S/. 2,200.00
Equipo de trabajo	persona	6	S/. 6.25	16	2	-	S/. 1,200.00
<b>Sub total</b>							<b>S/. 3,400.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

En total los costos de servicios externos e internos ascienden a S/. 16,660.00 considerando las capacitaciones y la participación de los operarios.

También en la tabla 80, se presenta los costos estimados de materiales e insumos necesarios entre otros, además de hallar el costo total para la aplicación de la propuesta, sumando el costos de servicio externa más interna, más materiales e insumos y otros, obteniendo un total de S/. 6,990.00

**Tabla 82**

*Costos de materiales/ utensilios entre otros*

<b>Costos</b>					
<b>Materiales/ utensilios</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Costo (S/)</b>	<b>Total (S/)</b>
Tarjetas de colores	docenas	5	S/.	30.00	S/. 150.00
Libros para la capacitación N°1	unid	25	S/.	20.00	S/. 500.00
Libros para la capacitación N°2	unid	25	S/.	25.00	S/. 625.00
hojas boom	millar	2	S/.	25.00	S/. 50.00
lapiceros	docenas	2	S/.	30.00	S/. 60.00
plumones de pizarra	unid	4	S/.	5.00	S/. 68.00
plumones de cartulina	unid	12	S/.	3.00	S/. 36.00
engrapadora de pared	unid	1	S/.	40.00	S/. 40.00
engrapadora de papel	unid	1	S/.	15.00	S/. 15.00
perforador	unid	1	S/.	8.00	S/. 8.00
regla	docenas	1	S/.	24.00	S/. 24.00
tijera	unid	5	S/.	2.50	S/. 12.50
grapas para pared	caja	1	S/.	15.00	S/. 15.00
grapas para papel	caja	1	S/.	6.00	S/. 6.00
chinchas	caja	1	S/.	4.00	S/. 4.00
afiches o pancartas	unid	10	S/.	30.00	S/. 300.00
motas	unid	3	S/.	3.50	S/. 10.50
pintura	balde	1	S/.	40.00	S/. 40.00
cartulinas	unid	10	S/.	1.00	S/. 10.00
tinta para impresora	unid	4	S/.	30.00	S/. 120.00
martillos	unid	25	S/.	20.00	S/. 500.00
wincha	unid	35	S/.	18.00	S/. 650.00
juego llaves	juego	3	S/.	200.00	S/. 600.00
<b>Sub total</b>					<b>S/. 3,840.00</b>
<b>OTROS</b>					
	<b>Cantidad</b>	<b>Mes/año</b>		<b>Costo (S/)</b>	<b>Total (S/)</b>
<b>Coffee break</b>		5	S/.	150.00	S/. 1,500.00
<b>Proyector</b>	1		S/.	1,650.00	S/. 1,650.00
<b>Sub Total</b>					<b>S/. 3,150.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 6,990.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Los costos totales de inversión (costos de servicio externo e interno + costos de materiales) asciende a S/. 23,650.00

Aplicando la fórmula de relación beneficio – costo se obtiene que:

$$\textit{Análisis B/C} = \frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}}$$

$$\textit{Análisis B/C} = \frac{65,679.47}{23,650.00}$$

$$\textit{Análisis B/C} = 2,777 = 2,78$$

Si es mayor que 1, lo que nos dice que la propuesta es aceptable, que por cada 1 soles invertidos, se recupera la inversión y además hay una ganancia de 1,78.

# CAPÍTULO IV

#### IV. DISCUSIÓN

En la investigación titulada “Mejoramiento de la productividad de la línea de extrusión de la empresa Cedal, empleando la metodología Six Sigma”, después de implementar las fases DMAIC se concluyó en que el material no conforme se redujo del 5.64% a 4.32%; por otro lado la presente propuesta de la investigación se estima un reducción de la cantidad de pie tablar por pallet del modelo A (1.01 m x 1.21 m) pasando de 19.166 a 16.681 pt, del modelo B (1 m x 1.20 m) de 18.564 a 16.158 pt y en el modelo C (1.02 x 1.22) de 21.542 a 18.749 pt.

Barahona y Navarro (2013), en su tesis “Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología Lean Six Sigma”, utilizaron 5’S y TPM, teniendo como resultado que el tiempo de procesamiento en galvanizado disminuyó de 320 a 277 min/ton, este cambio se dio gracias a que se disminuyó el tiempo de ciclo. En comparación con la propuesta utilizando 5’S, y dos pilares del TPM mantenimiento autónomo y preventivo junto con SMED se redujo el tiempo de ciclo en el proceso productivo de pallets en un lote de 1500 unidades, pasando de 26 días con 12 horas a un tiempo de 23 días con 135 minutos.

Villarreal (2016), en su tesis titulada “Mejora de la calidad en una empresa de confecciones empleando la metodología Six Sigma”, utilizando el diagrama de Ishikawa y Pareto para el análisis simplificado de la problemática. Aplicando la metodología Six Sigma se obtuvo un aumento de la capacidad del proceso en un 32% aproximadamente y la mejora de la calidad de los abrigos de los cuales el 76% de la producción se obtenían sin defecto alguno. En comparación con la propuesta, en la cual se utilizó los mismos diagramas de análisis, se obtuvo que la productividad aumente pasando de 1.01 a 1.36, con una diferencia de mejora de 0.25 considerando como una mejora aceptable y adecuada considerando la aplicación de la metodología Six Sigma.

Fuentes (2014), en su investigación “Diseño para la implementación de calidad Seis Sigma en el área de molino de la empresa Tenoplast”, en la cual se manifiesta que con la aplicación de esta metodología las empresas que lo aplican pueden llegar a recuperar la inversión que se ejecute, en esta empresa se obtuvo una tasa de retorno del 68,78% con un valor actual neto de \$ 27802,18, muy factible como mejora. Considerando la propuesta planteada en esta investigación se desarrolló un análisis beneficio – costo el cual arroja que lo planteado es factible para la empresa ya que, por cada sol invertido obtienen una ganancia de 1,78.

# CAPÍTULO V

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Del diagnóstico del proceso productivo de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, se concluye que las zonas de trabajo se encuentran obstaculizadas por merma, objetos o elementos incensarios, que la maquinaria y equipos que utilizan no cuentan con mantenimiento preventivo, además del tener muchos tiempos muertos durante el proceso productivo de pallets, por paradas de limpieza o cambio de utillaje.

También se concluye que los factores influyentes en el proceso productivo de pallets de la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C., son la contratación de mano de obra no capacitada, no contar con controles ni registro de indicadores de producción de cada procesos ni de producto terminado, de no tener la merma controlada y de no contar con una programación preventiva del mantenimiento de la máquinas y equipos.

Además se concluye que con respecto a las herramientas de que se seleccionaron para el Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma con el fin de mejorar la productividad del proceso productivo de la empresa serán las herramientas de análisis como el VSM, Pareto, diagrama de operaciones por procesos (DOP) y diagrama de actividades por proceso (DAP), además se tomaron herramientas, metodología para gestionar la propuesta como es DMAIC, 5S y del TPM solo se seleccionó a conveniencia solo los pilares de mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo.

Se concluyó que para elaborar el Sistema de Gestión, se tomó a la Metodología DMAIC para estructurar nuestro Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma, luego se desplegó cada fase del DAMIC, de acuerdo a ello se empezó por la fase Definir en donde se propuso utilizar los diagramas de Ishikawa y Pareto. Para la fase Medir se propuso utilizar solo 2 pilares del TPM, los cuales son Mantenimiento autónomo y Mantenimiento preventivo que fueron seleccionados a conveniencia para solucionar los principales problemas que tenía la empresa

además por tiempo de desarrollarlo estos pilares y por el lado económico, con estos pilares se ayudó en la implementación de un programa de mantenimiento autónomo para la comunicación entre operario y las máquinas o equipos , para dicha propuesta se utilizaron herramientas de apoyo las cuales son la metodología 5S como base y SMED con respecto al mantenimiento preventivo se propuso utilizar fichas de Check- List para llevar un control de las inspecciones que se gestionarán. Con la siguiente fase de Analizar se propuso la herramienta Ishikawa, luego para la fase Mejorar se propuso utilizar el diagrama de Pareto y para la última fase que es Controlar se propuso utilizar el programa SPC (control estadístico de los procesos), el cual ayudará en el control de la producción de pallets con ello todas las herramientas, y metodologías mencionadas se basen de las herramientas de análisis y guía del proceso productivo de pallets las cuales son VSM, DOP y DAP.

Luego se calculó de la productividad estimada de acuerdo a la propuesta del Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma, el cual se determinó por los modelos predominantes en la producción de pallets, como estimación se propone una mejora de 50% para cada factor de mano de obra, materia prima e insumos, maquinaria y equipos. Entonces se dice que la productividad estimada de mano de obra para el modelo A es de 3.07, modelo B es de 2.28 y para el modelo C es de 0.94 , con respecto a la productividad estimada de materia prima e insumos para el modelo A es de 2.19, modelo B es de 2.15y el modelo C es de 1.92 y por ultimo para la productividad estimada de maquinaria y equipos se lograría llegar en el modelo A de 4.63, modelo B es de 3.43 y el modelo C es de 1.418, dando un aumento de la productividad global estimada de 1.01 a 1.36.

Y por último se concluye que la evaluación y análisis de beneficio/ costo de la propuesta de un Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma para mejor la productividad nos da un resultado de 2.78 y eso nos quiere decir que por cada sol invertido, se recupera la inversión y además hay una ganancia de 1.78.

## 5.2. Recomendaciones

Se recomienda para la complementación de la mejora de la productividad las siguientes alternativas:

- Gestionar una investigación de maquinaria automatizada especial para el tipo de trabajo que se realiza en la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C.
- Proponer un programa de TPM con los 6 pilares restantes.
- Realizar un estudio de nueva técnicas, o maquinarias de secado de madera procesada con la finalidad de poder disminuir los tiempos de espera durante ese proceso.
- Proponer un estudio de redistribución de planta, con la finalidad de mejorar la línea de producción de pallets.
- Investigar nuevos tipos de madera similares a las que utilizan en la actualidad en la empresa, para producir pallets como una alternativa.

# CAPÍTULO VI

## VI. REFERENCIAS

- Barahona, L. y Navarro, J. (2013). *Mejora del proceso productivo en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología Lean Six Sigma*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Camison, C., Cruz, S. y Gonzales, T. (2006). *Gestión de la calidad: Concepto, enfoque, modelos y sistemas*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Cerna, A. (2016). Los temas a futuro para la industria forestal. *Revista LIGNUM*. Chile, 116, 10. Recuperado de: <http://www.lignum.cl/wp-content/uploads/sites/6/2016/04/lignum-161.pdf>
- Cruelles, J. (2013). *Ingeniería industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2009). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y cadena de suministros*. (12ª edición). México: MCGRAW-HILL/ INTERAMERICANA EDITORES.
- Dounce, E. (2014). *La productividad en el Mantenimiento Industrial*. (3ª edición). México D.F., México: Grupo Editorial Patria.
- Fuentes, S. (2014). *Diseño para la implementación de la calidad de Seis Sigma en el área de molino de la empresa Tecnoplast del Ecuador Cia Ltda*. (Tesis de titulación). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Galgano, A. (2004). *LAS TRES REVOLUCIONES, Caza del desperdicio: Doblar la productividad con la Producción "LEAN"*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.

- Garcés, L. (2016). *Mejoramiento de la productividad de la línea de extracción de la empresa Cedal, empleando la Metodología "Six Sigma"*. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- García, A. (1998). *Conceptos de organización industrial*. Barcelona, España: Marcombo S.A.
- Grupo Editorial Editec (2016). 25 años de crecimiento en la industria. *Revista LIGNUM*. Chile, 116, 6 – 11. Recuperado, de: <http://www.lignum.cl/wp-content/uploads/sites/6/2016/04/lignum-161.pdf>
- Gutiérrez, C. (2008). *Transferencia de tecnología en la Industria de la madera*. (1° Edición). Perú: CITEMADERA. Consultado en: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2\\_uibd.nsf/F003F2DBE90806DD05257CA6005E5C1C/\\$FILE/1\\_pdfsam\\_Transferencia\\_Tecnolog%C3%ADa\\_IndustriaMadera.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/F003F2DBE90806DD05257CA6005E5C1C/$FILE/1_pdfsam_Transferencia_Tecnolog%C3%ADa_IndustriaMadera.pdf)
- Gutiérrez, H. (2014). *Calidad y Productividad*. (4ª edición). México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- Heizer, J. & Render, B. (2009). *Principios de ADMINISTRACION DE OPERACIONES*. (7ª edición). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Hernández, L. (2017). *Técnicas operativas en almacén*. (1ª edición). Barcelona, España: Marge Books
- Herrera, R., Martínez, L., y Villalobos, O. (2010). *Medición de la productividad en México: aspectos metodológicos*. México, D.F., México: Instituto Politécnico Nacional.
- Kimber, C. (2016). Los temas a futuro para la industria forestal. *Revista LIGNUM*. Chile, 116, 10. Recuperado, de: <http://www.lignum.cl/wp-content/uploads/sites/6/2016/04/lignum-161.pdf>
- Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra, M. (2008). *ADMINISTRACION DE OPERACIONES. Procesos y cadena de valor*. (8ª edición). México: Pearson Educación.

- Lledo, P., Rivalora, G., Mercau, R., Cucchi, D. y Esquembre, J. (2006). *Administración Lean de proyectos*. México: Pearson Educación.
- Lefcovich, M. (2009). *TPM, mantenimiento productivo total: un paso más hacia la excelencia empresarial*. Córdoba, Argentina: El Cid Editor.
- Lefcovich, M. (2009). *Gestión total de la productividad*. Córdoba, Argentina: El Cid Editor.
- Lefcovich, M. (2009). *Productividad: su gestión y mejora continua: objetivo estratégico*. Córdoba, Argentina: El Cid Editor.
- Martínez, A. y Cegarra, J. (2014). *Gestión por proceso de negocio: organización horizontal*. Madrid, España: Ecobook- Editorial del Economista.
- Minaya, C. (2012). *Línea base para estudio sobre la industria forestal maderera en el Perú*. Recuperado de: [http://www.serfor.gob.pe/portal/pdf/estadistica\\_forestal/LINEA%20BASE%20PARA%20ESTUDIO.pdf](http://www.serfor.gob.pe/portal/pdf/estadistica_forestal/LINEA%20BASE%20PARA%20ESTUDIO.pdf)
- Ogalla, F. (2005). *SISTEMA DE GESTIÓN: Una guía de gestión*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- Pérez, M. (2013). *Seis Sigma: Guía didáctica para MYPES*. Ibagué, Colombia: Universidad de Ibagué.
- Prokopenko, J. (2009). *Globalización, competitividad y estrategias de productividad*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo
- Sacristán, F. (2001). *MANTENIMIENTO TOTAL de la PRODUCCION (TPM): PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO*. Madrid. España: FUNDACION CONFEMENTAL.
- Silva, J., Ramírez, A., Fuentes, F., Rodríguez, R., Turrado, J., y George, H. (2014). Diagnóstico de la industria de transformación primaria de las maderas tropicales de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(28), 202-221. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v6n28/v6n28a14.pdf>

Stincer, J. (2012). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. D.F., México: RED TERCER MILENIO.

Villareal, L. (2016), *Mejora de la calidad en una empresa de confecciones empleando la metodología Six Sigma* (Tesis de Bachiller). Universidad Católica de Santa María. Arequipa, Perú.

# **ANEXOS**

**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: QUIROZ ORREGO Carlos ALBERTO.  
 Grado Académico: Magister.  
 Cargo e Institución: Docente Universitario - USS  
 Nombre del instrumento a validar: CUESTIONARIOS  
 Autor del instrumento: MONTALVO MONTALVO, Gina Pamela, y MEDINA HOYOS, GUSTAVO

Título del Proyecto de Tesis: MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE UN SISTEMA DE GESTION BASADO EN LEAN SIX SIGMA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE PALLET EN LA FABRICA MADRERA NUEVO PERU S.A.C.

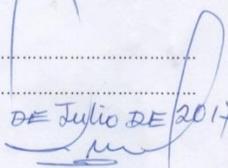
Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			15 X	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			15 X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			15 X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			15 X	
Viabilidad	Es viable su aplicación			15 X	

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 15

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) BUENO

**Observaciones**

Fecha 12 DE Julio DE 2017  
 Firma   
 No. Colegiatura 32013

**Anexo 1: Cuestionario aprobado**

Fuente: Elaboración propia.

**CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS OPERARIOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN  
DE LA FÁBRICA**

**MADERERA NUEVO PERU S.A.C.**

Estimado Sr. se le hace un saludo cordial para invitarle a contestar una serie de preguntas de forma anónima, las cuales están relacionadas con su zona de trabajo. El resultado de este cuestionario ayudará para la investigación que se está realizando de implementar en la fábrica la Metodología 5S (clasificación, orden, limpieza, estandarización y auto disciplina) entre otras mejoras.

**Instrucciones:** Leer detenidamente y asegúrese de contestar con la mayor sinceridad posible todas las preguntas marcando con una X en la respuesta que usted cree conveniente.

<p>1. ¿En qué rango de edad se encuentra usted?</p> <p>18 entre 28 años ( )</p> <p>29 entre 39 años ( )</p> <p>40 entre 50 años ( )</p> <p>51 a más años ( )</p>	<p>5. ¿Para encontrar una herramienta es necesario dirigirse a otro lugar para conseguirlo?</p> <p>Siempre ( )</p> <p>A veces ( )</p> <p>Nunca ( )</p>
<p>2. ¿Qué tiempo vienes trabajando en la fábrica?</p> <p>1 a 3 meses ( )</p> <p>3 a 6 meses ( )</p> <p>6 meses a 1 año ( )</p> <p>1 a 2 años ( )</p>	<p>6. ¿después de utilizar las herramientas u objetos las guarda de forma ordenada y limpia?</p> <p>Siempre ( )</p> <p>A veces ( )</p> <p>Nunca ( )</p>
<p>3. En su zona de trabajo, ¿Existen objetos o elementos que son innecesarios para su función?</p> <p>Siempre ( )</p> <p>A veces ( )</p> <p>Nunca ( )</p> <p>No se identificarlos ( )</p>	<p>7. Si su respuesta anterior fue (a veces o nunca) responda y si respondió siempre omita esta pregunta. ¿Por qué no lo guarda siempre de forma ordenada y limpia?</p> <p>Porque me olvido ( )</p> <p>Porque no tengo costumbre ( )</p> <p>Porque puedo utilizarlo a los días siguientes y mejor lo dejo así. ( )</p> <p>Porque no me alcanza el tiempo ( )</p>
<p>4. ¿Ve en los pasadizos o su zona de trabajo objetos tirados en el piso?</p> <p>Siempre ( )</p> <p>A veces ( )</p> <p>Nunca ( )</p> <p>No se identificarlos ( )</p>	<p>8. ¿Usted se siente seguro en su zona de trabajo?</p> <p>Si ( ) No ( )</p>

*Anexo 2: Cuestionario aprobado*

Fuente: Elaboración propia.

<p>9. ¿Cada que tiempo usted realiza limpieza en su zona de trabajo?</p> <p>1 vez al día ( )  1 vez por semana ( )  Cuando termina mi función ( )  Cuando se llena de desperdicios mi área y se veo obligado a limpiar ( )  Cuando me acuerdo ( )</p> <p>10. ¿Al terminar su jornada laboral del día deja limpia y ordenada su zona de trabajo?</p> <p>Siempre ( )  A veces ( )  Cuando me acuerdo ( )  Nunca ( )</p> <p>11. ¿Al iniciar el día de trabajo encuentra la fábrica limpia y ordenada?</p> <p>Siempre ( )  A veces ( )  Nunca ( )</p> <p>12. ¿cree usted que la maquinaria recibe un mantenimiento adecuado?</p> <p>Si ( ) No ( )</p> <p>13. ¿Le gustaría recibir capacitaciones?</p> <p>Si ( ) No ( )</p> <p>14. Si su respuesta anterior fue SI, responda, ¿Qué temas quisiera recibir de capacitaciones?, si fue NO, no responder y pasar a la siguiente pregunta: <i>Puedes marcar varias.</i></p> <p>Seguridad y Salud ocupacional ( )  Primeros auxilios ( )  Para dar mantenimiento a las herramientas o maquinaria ( )  Temas de motivación personal y trabajo en equipo ( )</p> <p>15. ¿Cuándo tiene una dificultad y pide a un compañero que lo ayude, lo ayuda?</p> <p>Si ( ) No ( )</p>	<p>16. De las alternativas, ¿Cuál considera usted no hay en la fábrica? <i>Puede marcar varios</i></p> <p>Confianza ( )  Buena comunicación ( )  Trabajo en equipo ( )  Puntualidad ( )  Responsabilidad ( )  Compromiso ( )</p> <p>17. ¿Usted cree que puede hacer mejoras en su zona de trabajo?</p> <p>Si ( )  No, porque eso le corresponde a la empresa ( )  No, porque no estoy preparado ( )</p> <p>18. ¿Identifica o conoce usted cuando las tablas o parihuelas tienen algún defecto?</p> <p>Si ( ) No ( )</p> <p>19. ¿Qué es lo primero que haces cuando identificas un defecto en las tablas o parihuelas?</p> <p>Te comunicas con tu jefe de inmediato para ver la mejor solución. ( )  Busca usted mismo la solución y luego se lo comunica a su jefe ( )  Lo dejas de lado y continúas tu trabajo ( )</p>
---	---

*Anexo 3: Cuestionario aprobado*

Fuente: Elaboración propia.

**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: *Anaxim Becerra Manuel Alberto*

Grado Académico: *MBA*

Cargo e Institución: *Docente USS*

Nombre del instrumento a validar: *Cuestionario para encuesta*

Autor del instrumento: *Medina Rojas Gustavo Acosta y Montalvo Montalvo Cirio Pamela*

Título del Proyecto de Tesis: *Mejora de la productividad mediante un Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma en el proceso productivo de pallets en la fábrica Maderera Nuevo Perú S.A.C.*

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			15	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			15	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			15	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			15	
Viabilidad	Es viable su aplicación				✓

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) *15*

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) *bueno*

**Observaciones**

.....  
 .....

Fecha *20/07/17*

Firma *[Firma]*

No. Colegiatura  
*CIP 41882*

**Anexo 4:** Ficha de opinión de expertos

Fuente: Elaboración propia

**CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS OPERARIOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN  
DE LA FÁBRICA**

**MADERERA NUEVO PERU S.A.C.**

Estimado Sr. se le hace un saludo cordial para invitarle a contestar una serie de preguntas de forma anónima, las cuales están relacionadas con su zona de trabajo. El resultado de este cuestionario ayudará para la investigación que se está realizando de implementar en la fábrica la Metodología 5S (clasificación, orden, limpieza, estandarización y auto disciplina) entre otras mejoras.

**Instrucciones:** Leer detenidamente y asegúrese de contestar con la mayor sinceridad posible todas las preguntas marcando con una **X** en la respuesta que usted cree conveniente.

<p>1. ¿En qué rango de edad se encuentra usted?</p> <p>18 entre 28 años ( )</p> <p>29 entre 39 años ( )</p> <p>40 entre 50 años ( )</p> <p>51 a más años ( )</p>	<p>5. ¿Para encontrar una herramienta es necesario dirigirse a otro lugar para conseguirlo?</p> <p>Siempre ( )</p> <p>A veces ( )</p> <p>Nunca ( )</p>
<p>2. ¿Qué tiempo vienes trabajando en la fábrica?</p> <p>1 a 3 meses ( )</p> <p>3 a 6 meses ( )</p> <p>6 meses a 1 año ( )</p> <p>1 a 2 años ( )</p>	<p>6. ¿después de utilizar las herramientas u objetos las guarda de forma ordenada y limpia?</p> <p>Siempre ( )</p> <p>A veces ( )</p> <p>Nunca ( )</p>
<p>3. En su zona de trabajo, ¿Existen objetos o elementos que son innecesarios para su función?</p> <p>Siempre ( )</p> <p>A veces ( )</p> <p>Nunca ( )</p> <p>No se identificarlos ( )</p>	<p>7. Si su respuesta anterior fue (a veces o nunca) responda y si respondió siempre omita esta pregunta. ¿Por qué no lo guarda siempre de forma ordenada y limpia?</p> <p>Porque me olvido ( )</p> <p>Porque no tengo costumbre ( )</p> <p>Porque puedo utilizarlo a los días siguientes y mejor lo dejo así ( )</p> <p>Porque no me alcanza el tiempo ( )</p>
<p>4. ¿Ve en los pasadizos o su zona de trabajo objetos tirados en el piso?</p> <p>Siempre ( )</p> <p>A veces ( )</p> <p>Nunca ( )</p> <p>No se identificarlos ( )</p>	<p>8. ¿Usted se siente seguro en su zona de trabajo?</p> <p>Si ( ) No ( )</p>

*Anexo 5: Cuestionario aprobado*

Fuente: Elaboración propia

<p>9. ¿Cada que tiempo usted realiza limpieza en su zona de trabajo?</p> <p>1 vez al día ( )  1 vez por semana ( )  Cuando termina mi función ( )  Cuando se llena de desperdicios mi área y se ve obligado a limpiar ( )  Cuando me acuerdo ( )</p> <p>10. ¿Al terminar su jornada laboral del día deja limpia y ordenada su zona de trabajo?</p> <p>Siempre ( )  A veces ( )  Cuando me acuerdo ( )  Nunca ( )</p> <p>11. ¿Al iniciar el día de trabajo encuentra la fábrica limpia y ordenada?</p> <p>Siempre ( )  A veces ( )  Nunca ( )</p> <p>12. ¿cree usted que la maquinaria recibe un mantenimiento adecuado?</p> <p>Si ( ) No ( )</p> <p>13. ¿Le gustaría recibir capacitaciones?</p> <p>Si ( ) No ( )</p> <p>14. Si su respuesta anterior fue SI, responda, ¿Qué temas quisiera recibir de capacitaciones?, si fue NO, no responder y pasar a la siguiente pregunta: Puedes marcar varias.</p> <p>Seguridad y Salud ocupacional ( )  Primeros auxilios ( )  Para dar mantenimiento a las herramientas o maquinaria ( )  Temas de motivación personal y trabajo en equipo ( )</p> <p>15. ¿Cuándo tiene una dificultad y pide a un compañero que lo ayude, lo ayuda?</p> <p>Si ( ) No ( )</p>	<p>16. De las alternativas, ¿Cuál considera usted no hay en la fábrica? Puede marcar varios</p> <p>Confianza ( )  Buena comunicación ( )  Trabajo en equipo ( )  Puntualidad ( )  Responsabilidad ( )  Compromiso ( )</p> <p>17. ¿Usted cree que puede hacer mejoras en su zona de trabajo?</p> <p>Si ( )  No, porque eso le corresponde a la empresa ( )  No, porque no estoy preparado ( )</p> <p>18. ¿Identifica o conoce usted cuando las tablas o parihuelas tienen algún defecto?</p> <p>Si ( ) No ( )</p> <p>19. ¿Qué es lo primero que haces cuando identificas un defecto en las tablas o parihuelas?</p> <p>Te comunicas con tu jefe de inmediato para ver la mejor solución. ( )  Busca usted mismo la solución y luego se lo comunica a su jefe ( )  Lo dejas de lado y continúas tu trabajo ( )</p>
---	--

**Anexo 6: Cuestionario aprobado**

Fuente: Elaboración propia

**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: Pedro Angeles Chero  
 Grado Académico: Doctor en ciencias  
 Cargo e Institución: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo  
 Nombre del instrumento a validar: Cuestionaria  
 Autor del instrumento: Medina Hoyos Gustavo Adolfo y Mantalvo Montalvo Gina Pamela  
 Título del Proyecto de Tesis: Mejora de la productividad median un sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma en el proceso productivo de pallets en la fabrica Maderera Nuevo Perú S.A.C

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				✓
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				✓
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				✓
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			✓	✓
Viabilidad	Es viable su aplicación			✓	✓

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 18

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) Muy bueno

**Observaciones**

.....  
 .....

Fecha

Firma (Firma)

No. Colegiatura CIP 18469

**Anexo 7: Ficha de opinión de expertos**

Fuente: Elaboración propia

**CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS OPERARIOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA FÁBRICA**

**MADERERA NUEVO PERU S.A.C.**

Estimado Sr. se le hace un saludo cordial para invitarle a contestar una serie de preguntas de forma anónima, las cuales están relacionadas con su zona de trabajo. El resultado de este cuestionario ayudará para la investigación que se está realizando de implementar en la fábrica la Metodología 5S (clasificación, orden, limpieza, estandarización y auto disciplina) entre otras mejoras.

**Instrucciones:** Leer detenidamente y asegúrese de contestar con la mayor sinceridad posible todas las preguntas marcando con una X en la respuesta que usted cree conveniente.

<p>1. ¿En qué rango de edad se encuentra usted?</p> <p>18 entre 28años ( )</p> <p>29 entre 39años ( )</p> <p>40 entre 50años ( )</p> <p>51 a más años ( )</p>	<p>5. ¿Para encontrar una herramienta es necesario dirigirse a otro lugar para conseguirla?</p> <p>Siempre ( )</p> <p>A veces ( )</p> <p>Nunca ( )</p>
<p>2. ¿Qué tiempo vienes trabajando en la fábrica?</p> <p>1 a 3 meses ( )</p> <p>3 a 6 meses ( )</p> <p>6 meses a 1 año ( )</p> <p>1 a 2 años ( )</p>	<p>6. ¿después de utilizar las herramientas u objetos las guarda de forma ordenada y limpia?</p> <p>Siempre ( )</p> <p>A veces ( )</p> <p>Nunca ( )</p>
<p>3. En su zona de trabajo, ¿Existen objetos o elementos que son innecesarios para su función?</p> <p>Siempre ( )</p> <p>A veces ( )</p> <p>Nunca ( )</p> <p>No se identificarlos ( )</p>	<p>7. Si su respuesta anterior fue (a veces o nunca) responda y si respondió siempre omita esta pregunta. ¿Por qué no lo guarda siempre de forma ordenada y limpia?</p> <p>Porque me olvido ( )</p> <p>Porque no tengo costumbre ( )</p> <p>Porque puedo utilizarlo a los días siguientes y mejor lo dejo así. ( )</p> <p>Porque no me alcanza el tiempo ( )</p>
<p>4. ¿Ve en los pasadizos o su zona de trabajo objetos tirados en el piso?</p> <p>Siempre ( )</p> <p>A veces ( )</p> <p>Nunca ( )</p> <p>No se identificarlos ( )</p>	<p>8. ¿Usted se siente seguro en su zona de trabajo?</p> <p>Si ( ) No ( )</p>

*Anexo 8: Cuestionario aprobado*

Fuente: Elaboración propia

<p>9. ¿Cada que tiempo usted realiza limpieza en su zona de trabajo?</p> <p>1 vez al día ( )  1 vez por semana ( )  Cuando termina mi función ( )  Cuando se llena de desperdicios mi área y se veo obligado a limpiar ( )  Cuando me acuerdo ( )</p> <p>10. ¿Al terminar su jornada laboral del día deja limpia y ordenada su zona de trabajo?</p> <p>Siempre ( )  A veces ( )  Cuando me acuerdo ( )  Nunca ( )</p> <p>11. ¿Al iniciar el día de trabajo encuentra la fábrica limpia y ordenada?</p> <p>Siempre ( )  A veces ( )  Nunca ( )</p> <p>12. ¿cree usted que la maquinaria recibe un mantenimiento adecuado?</p> <p>Si ( ) No ( )</p> <p>13. ¿Le gustaría recibir capacitaciones?</p> <p>Si ( ) No ( )</p> <p>14. Si su respuesta anterior fue SI, responda, ¿Qué temas quisiera recibir de capacitaciones?, si fue NO, no responder y pasar a la siguiente pregunta: <i>Puedes marcar varias.</i></p> <p>Seguridad y Salud ocupacional ( )  Primeros auxilios ( )  Para dar mantenimiento a las herramientas o maquinaria ( )  Temas de motivación personal y trabajo en equipo ( )</p> <p>15. ¿Cuándo tiene una dificultad y pide a un compañero que lo ayude, lo ayuda?</p> <p>Si ( ) No ( )</p>	<p>16. De las alternativas, ¿Cuál considera usted no hay en la fábrica? <i>Puede marcar varios</i></p> <p>Confianza ( )  Buena comunicación ( )  Trabajo en equipo ( )  Puntualidad ( )  Responsabilidad ( )  Compromiso ( )</p> <p>17. ¿Usted cree que puede hacer mejoras en su zona de trabajo?</p> <p>Si ( )  No, porque eso le corresponde a la empresa ( )  No, porque no estoy preparado ( )</p> <p>18. ¿identifica o conoce usted cuando las tablas o parhuelas tienen algún defecto?</p> <p>Si ( ) No ( )</p> <p>19. ¿Qué es lo primero que haces cuando identificas un defecto en las tablas o parhuelas?</p> <p>Te comunicas con tu jefe de inmediato para ver la mejor solución. ( )  Busca usted mismo la solución y luego se lo comunica a su jefe ( )  Lo dejas de lado y continúas tu trabajo ( )</p>
---	---

**Anexo 9: Cuestionario aprobado**

Fuente: Elaboración propia