

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE UN MODELO BASADO EN HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA BAUR METALMIN S.A.C. CAJAMARCA, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bachiller: Ingrid Osmara Alcántara Pérez

Bachiller: Adrian Maverick Marcos Vásquez

Asesor:

Mg. Ing. Karla Rossmery Sisniegas Noriega

Cajamarca - Perú

2020

## DEDICATORIA

A Dios, por guiar nuestros caminos, y darnos sabiduría,

A nuestros padres, por confiar en nosotros y estar presentes en cada paso que damos,

A nuestros amigos que nos apoyaron y nos dieron ánimos para lograr terminar este proyecto

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por no dejar que nos  
rindiéramos,

A nuestros padres, por brindarnos  
los estudios, y cuidar de nosotros  
cada día,

Y Agradecer a todas las personas  
que nos han apoyado y motivado en  
el transcurso del desarrollo de esta  
tesis.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES</b> .....	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>11</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
1.1. Realidad problemática .....	13
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Objetivos .....	18
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	18
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	18
1.4. Hipótesis .....	18
1.4.1. <i>Hipótesis general</i> .....	18
1.4.2. <i>Hipótesis específica</i> .....	18
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>19</b>
2.1. Tipo de investigación.....	19
2.1.1. <i>Enfoque</i> .....	19
2.1.2. <i>Diseño</i> .....	19
2.1.3. <i>Tipo</i> .....	19
2.2. Población y muestra.....	19
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	20
2.4. Procedimiento .....	21
2.4.1. <i>Validez y confiabilidad de información</i> .....	22
2.4.2. <i>Para analizar la información</i> .....	22
2.4.3. <i>Aspectos éticos de la investigación</i> .....	22
2.5. Matriz de Consistencia .....	23
2.6. Matriz de Operacionalización .....	23
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>25</b>
3.1. Información General de la Empresa .....	25
3.2. Diagnóstico general del área de estudio .....	26
3.2.1. <i>Imágenes de BAUR METALMIN SAC</i> .....	27
3.2.2. <i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	28
3.2.3. <i>Resultados De Encuestas</i> .....	29
3.3. Diagnóstico de la variable “Lean Manufacturing” .....	34
3.3.1. <i>Diagnóstico de la dimensión “Layout”</i> .....	34
3.3.2. <i>Diagnóstico de la dimensión “Jidoka”</i> .....	35
3.3.3. <i>Diagnóstico de la dimensión “SMED”</i> .....	36
3.3.4. <i>Diagnóstico de la dimensión “Value Stream Map”</i> .....	39

3.3.5.	<i>Diagnóstico de la dimensión “Just in time”</i> .....	42
3.4.	Diagnóstico de la variable “Productividad” .....	43
3.4.1.	<i>Diagnóstico de la dimensión “OEE”</i> .....	43
3.4.2.	<i>Diagnóstico de la dimensión “Productividad de MO”</i> .....	57
3.4.3.	<i>Diagnóstico de la dimensión “Productividad de MP”</i> .....	58
3.4.4.	<i>Diagnóstico de la dimensión “Calidad”</i> .....	59
3.4.5.	<i>Diagnóstico de la dimensión “Eficiencia Económica”</i> .....	60
3.4.6.	<i>Diagnóstico de la dimensión “Eficiencia Física”</i> .....	61
3.4.7.	<i>Diagnóstico de la dimensión “Tiempo”</i> .....	63
3.4.8.	<i>Diagnóstico de la dimensión “Costos”</i> .....	66
3.5.	Matriz De Operacionalización De Variables Con Resultados Diagnóstico .....	67
3.6.	Diseño de mejora de la variable Lean Manufacturing .....	68
3.6.1.	<i>Diseño de mejora de la dimensión Layout</i> .....	68
3.6.2.	<i>Diseño de mejora de la dimensión Jidoka</i> .....	76
3.6.3.	<i>Diseño de mejora de la dimensión SMED</i> .....	83
3.6.4.	<i>Diseño de mejora de la dimensión VSM</i> .....	89
3.6.5.	<i>Diseño de mejora de la dimensión Just in Time</i> .....	91
3.7.	Diseño de mejora de la variable Productividad .....	93
3.7.1.	<i>Diseño de mejora de la dimensión OEE</i> .....	93
3.7.2.	<i>Diseño de la mejora de la dimensión Productividad de MO</i> .....	106
3.7.3.	<i>Diseño de la mejora de la dimensión Productividad de MP</i> .....	107
3.7.4.	<i>Diseño de mejora de la dimensión Calidad</i> .....	108
3.7.5.	<i>Diseño de la mejora de la dimensión Eficiencia Económica</i> .....	111
3.7.6.	<i>Diseño de la mejora de la dimensión Eficiencia Física</i> .....	112
3.7.7.	<i>Diseño de mejora de la dimensión Tiempo</i> .....	114
3.7.8.	<i>Diseño de mejora de la dimensión Costos</i> .....	119
3.8.	Matriz de Operacionalización con Resultados de la Mejora .....	120
3.9.	Análisis Económico/ Financiero .....	123
3.9.1.	<i>Costos por procedimientos (materiales, equipos y herramientas)</i> .....	123
3.9.2.	<i>Costos por incurrir en el proceso de manejo (3 trabajadores)</i> .....	123
3.9.3.	<i>Costos por no incurrir en la propuesta de mejora</i> .....	127
3.9.4.	<i>Proyección de costos por incurrir en la propuesta</i> .....	128
3.9.5.	<i>Proyección de costos por no incurrir en la propuesta</i> .....	129
3.9.6.	<i>Flujo de Caja Neto</i> .....	129
3.9.7.	<i>Indicadores de rentabilidad</i> .....	130
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....		<b>132</b>
<b>CAPÍTULO V. REFERENCIAS</b> .....		<b>138</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>142</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	20
<b>Tabla 2</b>	Procedimiento.....	21
<b>Tabla 3</b>	Matriz de Consistencia.....	23
<b>Tabla 4</b>	Matriz de Operacionalización .....	24
<b>Tabla 5</b>	Datos de la empresa.....	26
<b>Tabla 6</b>	Cantidad de defectos .....	35
<b>Tabla 7</b>	Cuadro SMED .....	36
<b>Tabla 8</b>	Desperdicios .....	43
<b>Tabla 9</b>	Defectos.....	43
<b>Tabla 10</b>	Cuadro Explicativo CNC Plasma .....	48
<b>Tabla 11</b>	Cuadro Explicativo de la Plegadora .....	52
<b>Tabla 12</b>	Cuadro Explicativo Cortadora .....	56
<b>Tabla 13</b>	Porcentaje de producción conforme y no conforme de cajas chinas .....	59
<b>Tabla 14</b>	Porcentaje de producción conforme y no conforme de artesanías metálicas .....	60
<b>Tabla 15</b>	Costos Generales.....	61
<b>Tabla 16</b>	Ventas totales al año.....	61
<b>Tabla 17</b>	Tiempo de Producción .....	63
<b>Tabla 18</b>	Número de observaciones caja china.....	64
<b>Tabla 19</b>	Número de Observaciones Artesanías Metálicas .....	65
<b>Tabla 20</b>	Gastos generales.....	66
<b>Tabla 21</b>	Gastos por fallas.....	66
<b>Tabla 22</b>	Matriz de Operacionalización Diagnóstico.....	67
<b>Tabla 23</b>	Productos .....	68
<b>Tabla 24</b>	Doble Entrada Aa.....	70
<b>Tabla 25</b>	Doble Entrada Ab.....	70
<b>Tabla 26</b>	Matriz Aa .....	71
<b>Tabla 27</b>	Matriz Ab.....	72
<b>Tabla 28</b>	Matriz Resumen.....	73
<b>Tabla 29</b>	Matriz Triangular .....	73
<b>Tabla 30</b>	Matriz de menor a mayor .....	74
<b>Tabla 31</b>	Descripción de Actividades.....	83
<b>Tabla 32</b>	Ajustes internos.....	83
<b>Tabla 33</b>	Ajustes externos.....	83
<b>Tabla 34</b>	Cuadro SMED mejora .....	84
<b>Tabla 35</b>	Cuadro Explicativo CNCC Plasma Mejora .....	97
<b>Tabla 36</b>	Cuadro Explicativo Mejora Plegadora.....	101
<b>Tabla 37</b>	Cuadro Explicativo Cortadora .....	105
<b>Tabla 38</b>	Porcentaje de conformidad de cajas chinas después de la mejora .....	108
<b>Tabla 39</b>	<i>Porcentaje de conformidad de artesanías metálicas después de la mejora.....</i>	109
<b>Tabla 40</b>	Costos generales de la mejora.....	111
<b>Tabla 41</b>	Ventas de mejora.....	111
<b>Tabla 42</b>	Tiempo de Producción de Mejor .....	114
<b>Tabla 43</b>	Plegado de planchas .....	114
<b>Tabla 44</b>	Tiempo estándar Plegado de planchas .....	114
<b>Tabla 45</b>	Insertar pernos .....	115
<b>Tabla 46</b>	Tiempo estándar Insertar pernos .....	115
<b>Tabla 47</b>	Armado e insertado de ángulos .....	115
<b>Tabla 48</b>	Tiempo estándar Armado e insertado de ángulos.....	115
<b>Tabla 49</b>	Elaboración y ensamble de manijas.....	115
<b>Tabla 50</b>	Tiempo estándar Elaboración de manijas .....	115
<b>Tabla 51</b>	Elaboración de plancha de carbonato .....	116
<b>Tabla 52</b>	Tiempo estándar Elaboración de plancha de carbonato .....	116
<b>Tabla 53</b>	Dibujar figura en AutoCad .....	116
<b>Tabla 54</b>	Tiempo estándar Dibujar figura en AutoCad.....	116
<b>Tabla 55</b>	Pasar planos FastCam .....	117
<b>Tabla 56</b>	Tiempo estándar Pasar planos FastCam .....	117
<b>Tabla 57</b>	Programar plano en la máquina CNC plasma .....	117

<b>Tabla 58</b>	Tiempo estándar Programar plano en la máquina CNC plasma .....	117
<b>Tabla 59</b>	Cortado de plancha .....	117
<b>Tabla 60</b>	Tiempo estándar Cortado de plancha.....	118
<b>Tabla 61</b>	Pintado y secado .....	118
<b>Tabla 62</b>	Tiempo estándar Pintado y secado .....	118
<b>Tabla 63</b>	Costos Generales Mejora .....	119
<b>Tabla 64</b>	Matriz de Operacionalización con resultados de la mejora .....	120
<b>Tabla 65</b>	Cuadro comparativo entre diagnostico y mejora .....	121
<b>Tabla 66</b>	Costos por Procedimiento .....	123
<b>Tabla 67</b>	Costos en Capacitaciones Anuales .....	124
<b>Tabla 68</b>	Costos por Implementos.....	124
<b>Tabla 69</b>	Costos en Material Registro .....	125
<b>Tabla 70</b>	Costos en Cuidado a la Salud .....	125
<b>Tabla 71</b>	Costos en botiquín .....	126
<b>Tabla 72</b>	Costo de Pintado .....	126
<b>Tabla 73</b>	Costos por no incurrir en la propuesta de mejora .....	127
<b>Tabla 74</b>	Proyección de costos por incurrir en la propuesta .....	128
<b>Tabla 75</b>	Proyección de costos por no incurrir en la propuesta.....	129
<b>Tabla 76</b>	Flujo de Caja Neto.....	129
<b>Tabla 77</b>	Indicadores de Rentabilidad .....	130

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1</b>	Espacio de Operaciones .....	27
<b>Ilustración 2</b>	Espacio de almacén .....	27
<b>Ilustración 3</b>	Pieza soldada .....	27
<b>Ilustración 4</b>	Soldador .....	27
<b>Ilustración 6</b>	Distribución del Área de Producción .....	34
<b>Ilustración 7</b>	Plegadora.....	35
<b>Ilustración 8</b>	Cortadora de planchas.....	35
<b>Ilustración 9</b>	Desperdicios .....	36
<b>Ilustración 10</b>	CNC Plasma .....	36
<b>Ilustración 11</b>	Cortes.....	39
<b>Ilustración 12</b>	Acero .....	39
<b>Ilustración 13</b>	Máquina CNC plasma.....	39
<b>Ilustración 14</b>	VSM Artesanías metálicas.....	40
<b>Ilustración 15</b>	VSM de caja china.....	41
<b>Ilustración 17</b>	Desperdicios .....	43
<b>Ilustración 16</b>	Área de producción.....	43
<b>Ilustración 18</b>	OEE CNC Plasma .....	45
<b>Ilustración 19</b>	Cuadro World Class para CNC Plasma.....	47
<b>Ilustración 20</b>	OEE Plegadora.....	49
<b>Ilustración 21</b>	Cuadro World Class Plegadora .....	51
<b>Ilustración 22</b>	OEE Cortadora.....	53
<b>Ilustración 23</b>	Cuadro World Class Plegadora .....	55
<b>Ilustración 24</b>	Distribución de planta mejorada.....	75
<b>Ilustración 25</b>	Cuadro de valores de World Class General .....	79
<b>Ilustración 26</b>	VSM Mejorado caja china .....	89
<b>Ilustración 27</b>	VSM Mejorado Artesanías Metálicas .....	90
<b>Ilustración 28</b>	OEE Mejora máquina CNC plasma .....	94
<b>Ilustración 29</b>	CUADRO WORLD CLASS Mejora CNC Plasma .....	96
<b>Ilustración 30</b>	OEE Mejora máquina plegadora.....	98
<b>Ilustración 31</b>	CUADRO WORLD CLASS Mejora Plegadora.....	100
<b>Ilustración 32</b>	OEE Mejora Máquina Cortadora.....	102
<b>Ilustración 33</b>	CUADRO WORLD CLASS Mejora Cortadora.....	104

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1</b> Fórmula General Disponibilidad CNC Plasma .....	44
<b>Ecuación 2</b> Fórmula General Eficiencia CNC Plasma.....	44
<b>Ecuación 3</b> Fórmula General Calidad CNC Plasma .....	44
<b>Ecuación 4</b> Fórmula General OEE CNC Plasma .....	44
<b>Ecuación 5</b> Fórmula Disponibilidad CNC Plasma .....	46
<b>Ecuación 6</b> Fórmula Eficiencia CNC Plasma .....	46
<b>Ecuación 7</b> Fórmula Calidad CNC Plasma .....	46
<b>Ecuación 8</b> Fórmula OEE CNC Plasma.....	46
<b>Ecuación 9</b> Fórmula Disponibilidad Plegadora .....	50
<b>Ecuación 10</b> Fórmula Eficiencia Plegadora .....	50
<b>Ecuación 11</b> Fórmula Calidad Plegadora.....	50
<b>Ecuación 12</b> Fórmula OEE Plegadora .....	50
<b>Ecuación 13</b> Fórmula Disponibilidad Cortadora.....	54
<b>Ecuación 14</b> Fórmula Eficiencia Cortadora .....	54
<b>Ecuación 15</b> Fórmula Calidad Cortadora .....	54
<b>Ecuación 16</b> <i>Fórmula OEE Cortadora</i> .....	54
<b>Ecuación 17</b> Productividad de MO .....	57
<b>Ecuación 18</b> Productividad de MO caja china.....	57
<b>Ecuación 19</b> Productividad de MO artesanías metálicas.....	57
<b>Ecuación 20</b> Productividad de MP.....	58
<b>Ecuación 21</b> Productividad de MP de caja china .....	58
<b>Ecuación 22</b> Productividad de MP artesanías metálicas .....	58
<b>Ecuación 23</b> Productos no conformes.....	59
<b>Ecuación 24</b> Productos conformes .....	59
<b>Ecuación 25</b> Fórmula General Eficiencia Económica .....	60
<b>Ecuación 26</b> Fórmula Eficiencia Económica.....	61
<b>Ecuación 27</b> Fórmula General Eficiencia Física .....	62
<b>Ecuación 28</b> Fórmula Eficiencia Física .....	62
<b>Ecuación 29</b> Eficiencia física .....	63
<b>Ecuación 30</b> Calculo de número de observaciones .....	64
<b>Ecuación 31</b> Observaciones de caja china.....	64
<b>Ecuación 32</b> Observaciones de artesanías metálicas .....	65
<b>Ecuación 33</b> Disponibilidad CNC Plasma .....	77
<b>Ecuación 34</b> Eficiencia CNC Plasma .....	77
<b>Ecuación 35</b> Calidad CNC Plasma.....	77
<b>Ecuación 36</b> OEE CNC Plasma .....	77
<b>Ecuación 37</b> Disponibilidad Plegadora.....	77
<b>Ecuación 38</b> Eficiencia Plegadora.....	78
<b>Ecuación 39</b> Calidad Plegadora .....	78
<b>Ecuación 40</b> OEE Plegadora .....	78
<b>Ecuación 41</b> Disponibilidad Cortadora.....	78
<b>Ecuación 42</b> Eficiencia Cortadora.....	78
<b>Ecuación 43</b> Calidad Cortadora .....	78
<b>Ecuación 44</b> OEE Cortadora .....	79
<b>Ecuación 45</b> Fórmula General de Mejora Disponibilidad CNC Plasma .....	93
<b>Ecuación 46</b> Fórmula General de Mejora Eficiencia CNC Plasma .....	93
<b>Ecuación 47</b> Fórmula General de Mejora Calidad CNC Plasma .....	93
<b>Ecuación 48</b> Fórmula General de Mejora OEE CNC Plasma.....	93
<b>Ecuación 49</b> Fórmula Mejora Disponibilidad CNC Plasma .....	95
<b>Ecuación 50</b> Fórmula Mejora Eficiencia CNC Plasma.....	95
<b>Ecuación 51</b> Fórmula Mejora Calidad CNC Plasma .....	95
<b>Ecuación 52</b> Fórmula Mejora OEE CNC Plasma .....	96
<b>Ecuación 53</b> Fórmula de mejora disponibilidad plegadora .....	99
<b>Ecuación 54</b> Fórmula de Mejora Eficiencia Plegadora.....	99
<b>Ecuación 55</b> Fórmula de Mejora Calidad Plegadora .....	99
<b>Ecuación 56</b> Fórmula de Mejora OEE Plegadora .....	99
<b>Ecuación 57</b> Fórmula de mejora disponibilidad cortadora.....	103

<b>Ecuación 58</b> Fórmula de mejora eficiencia cortadora.....	103
<b>Ecuación 59</b> Fórmula mejora calidad cortadora.....	103
<b>Ecuación 60</b> Fórmula de Mejora OEE Cortadora .....	103
<b>Ecuación 61</b> Productividad MO.....	106
<b>Ecuación 62</b> Productividad MO caja china .....	106
<b>Ecuación 63</b> Productividad MO artesanías metálicas .....	106
<b>Ecuación 64</b> Ecuación Productividad MP .....	107
<b>Ecuación 65</b> Productividad MP caja china.....	107
<b>Ecuación 66</b> Productividad MP artesanías metálicas .....	107
<b>Ecuación 67</b> Productos no conformes .....	108
<b>Ecuación 68</b> Productos conformes .....	108
<b>Ecuación 69</b> Fórmula General de Mejora Eficiencia Económica.....	111
<b>Ecuación 70</b> Fórmula de Eficiencia Económica .....	112
<b>Ecuación 71</b> Fórmula General de Mejora Eficiencia Física .....	112
<b>Ecuación 72</b> Eficiencia física caja china.....	112
<b>Ecuación 73</b> Eficiencia física artesanías metálicas .....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Diagrama Ishikawa .....	28
<b>Figura 2</b>	Grafico Estado de Máquinas .....	29
<b>Figura 3</b>	Grafico Costos de Producción .....	29
<b>Figura 4</b>	Grafico Residuos Generados .....	30
<b>Figura 5</b>	Grafico Áreas de trabajo .....	30
<b>Figura 6</b>	Grafico tiempo de producción .....	31
<b>Figura 7</b>	Gráfico de Productividad .....	31
<b>Figura 8</b>	Gráfico Incremento de la productividad .....	32
<b>Figura 9</b>	Gráfico Eficiencia y Rendimiento .....	32
<b>Figura 10</b>	Gráfico Productividad Parcial .....	33
<b>Figura 11</b>	Gráfico Desperdicios .....	33
<b>Figura 12</b>	Diagrama hombre - máquina de caja china .....	37
<b>Figura 13</b>	Diagrama hombre - máquina de artesanías metálicas .....	38
<b>Figura 14</b>	Problemas de la empresa .....	42
<b>Figura 15</b>	MPA Productos .....	69
<b>Figura 16</b>	Dibujo de hexágonos .....	74
<b>Figura 17</b>	Seguimiento .....	81
<b>Figura 18</b>	Evaluación de desempeño .....	82
<b>Figura 19</b>	Diagrama hombre - máquina de caja china .....	85
<b>Figura 20</b>	Diagrama hombre - máquina de artesanías metálicas .....	86
<b>Figura 21</b>	Control de Calidad .....	87
<b>Figura 22</b>	Lista de Chequeo .....	88
<b>Figura 23</b>	Pilares del Just In Time .....	91
<b>Figura 24</b>	Problemas y soluciones JIT .....	91
<b>Figura 25</b>	Formato Kanban .....	93
<b>Figura 26</b>	Encuesta de satisfacción de producto .....	110

## RESUMEN

Actualmente la mayoría de las empresas industriales, enfrentan el reto de implementar herramientas que ayuden estar mejor organizadas y tener una mayor producción que les permita ser mucho más competitivo en el mercado global. Muchas veces las empresas no están suficientemente preparadas para cumplir con la demanda de capacidad productiva que se exige, lo que es una gran desventaja en el mercado global.

Se ha realizado la presente investigación con la finalidad elaborar una propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la empresa METALMIN SAC, la cual tienen como unos de sus problemas principales una enorme cantidad de desperdicios para esta se utilizarán las herramientas Lean Manufacturing. La aplicación de las herramientas Lean Manufacturing de una forma correcta y completa conduce al éxito. Se aplican en empresa de diferentes rubros. Lean Manufacturing abarca una gran cantidad de herramientas o técnicas que tienen como finalidad mejorar la mayoría de procesos a través de la reducción de todo tipo de desperdicios y memas.

Inicialmente se plantea un diagnóstico sobre el tiempo de producciones, distribución de la planta y los tipos de desperdicios para ellos se usan herramientas Lean Manufacturing como (VSM, Just in Time, Jidoka, Layout), posteriormente se propone una propuesta que busca la reducción de tiempos y desperdicios. Finalmente se realiza una evaluación de viabilidad económica para saber si la propuesta de mejorar es rentable para la empresa.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En actualidad las empresas tienen el propósito de reducir los costos que se generan y ser mejores en competitividad, desde el inicio todas las empresas de cualquier rubro se han caracterizado por la conectividad, la velocidad de los cambios y la inestabilidad de la demanda. Lo cual se da por el gran aumento de las exigencias de los clientes en los mercados más rigurosos, es por esto que se necesitan productos de calidad que se adecuen a las necesidades de los clientes o comprador, así como rapidez en las entregas rápidas y eficiente, esto se da en productos como los automóviles, electrodoméstico y equipos de cómputo. La palabra Manufactura Esbelta es muy conocido y aplicado en las empresas que buscan constantemente herramientas y técnicas que les ayuda a crecer en competitividad dentro del mercado global (Ballesteros-Medina, 2017, pág. 1)

El problema de la baja productividad es provocado por la gran cantidad de fallas del mercado y el estado que cambian estímulos para innovar, es por esto que las compañías no pueden crecer eficientes además del aumento de empresas ineficientes. Las fallas del mercado y del estado causan un gran efecto en las economías de bajos ingresos un claro ejemplo es América Latina, además constituye un factor que explica los niveles bajos de productividad. Por lo cual el desarrollo económico se tiene que desligar de las malas políticas a las cuales están sujetas y corregir las diferentes fallas que se encuentran en el mercado que confabulan contra el creciente y desarrollo de la productividad (Pages, 2010, pág. 5)

Por otro lado, hay un gran número de economías en el mundo, las cuales presentan problemas con relación a la productividad un ejemplo claro es España el cual no se deriva exclusivamente de la especialización productiva, en sectores de baja productividad, más bien es una característica general a todos ellos. A lo largo del tiempo no se ha visto

evidencia de un incremento del peso en la economía de los sectores con mayor nivel de productividad. Se analizaron los resultados sobre las diferencias de la productividad entre sectores. Estudiándose por niveles de productividad de las diferentes empresas que constituyen cada sector (Radoselovics, 2011, pág. 39)

La productividad en el sector metal mecánico peruano aumento en un 10.2% entre los meses de enero y octubre del año 2018. Este rubro produce maquinarias, equipos e instalaciones, así como suministros para la industria, minería, construcciones, transporte y otros sectores. Esta fue incrementando por la gran cantidad de demanda generada por el aumento el incremento de las inversiones públicas y privadas, el reporte hecho por el Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES) de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), el cual indica que las de todas las actividades la del sector metálico es la más destacada por la mayor producción de motores, generadas, transformadores (132.8%), motocicletas (22,8%), partes, piezas y accesorios para vehículos (15,3%), carrocerías para vehículos automotores (8,5%), y otros productos elaborados de metal (7,1%) y también se incluye turbinas (6.8%) entre muchos otros (Industrias, 2019, pág. 2).

El sistema de producción Toyota tiene como principal objetivo incrementar los beneficios y reducir los costos a través de la eliminación de desperdicios tales como el exceso de materiales de producción o de personal. Para lograr la dicha reducción, el sistema de producción debe acoplarse a las múltiples variaciones de la demanda del mercado. Tal idea se da a cabo con la implementación de la metodología “JIT” el cual consiste en producir solo en las cantidades necesitadas y el monto necesario (Monden, 1996, pág. 34)La crisis del petróleo hizo que se prestara más atención al sistema de producción que utilizaba Toyota, el cual se fue implementando a varias industrias de Japón con la única finalidad de aumentar los beneficios de las empresas mediante la

reducción de costos y eliminación de desperdicios (despilfarros) (Monden, 1996, pág. 35).

El flujo de producción continuo se fue adaptando a los cambios de la demanda en cantidad y variedad el cual se genera utilizando dos herramientas fundamentales, el método del “Just in Time” y la “Automatización”. Estos conceptos son los pilares fundamentales del sistema de producción Toyota. El método Just in Time reside en elaborar un producto en cantidades necesarias y en el tiempo estipulado sin retrasos. La automatización se puede definir como “control autónomo de defectos”. Colabora con el Just in Time en que los productos defectuosos no pasen por procesos posteriores y lo perturben lo cual causaría que los problemas que se solucionaron vuelvan a surgir (Monden, 1996, pág. 24)

Otra metodología que hacen posible el Just in time de Toyota es la metodología Heijunka, esta es una técnica la cual busca un equilibrio entre las líneas de producción para así poder flexibilizar los sistemas de producción y permitiendo así una unión de productos que satisfagan las variantes características dadas por los múltiples clientes. El uso del Heijunka obliga a la estandarización que se vuelva a repetir los mismos problemas que antes se daba debiéndose así perfeccionar : SMED el cual ayuda a efectuar cambios rápidos , Poka Yoke para prevenir fallas o errores que se dan o se puedan dar , TPM para prevenir fallos en las maquinas que se utilizan dentro del sistema de producción y por último el Kanban el cual nos ayudara a tener la cantidad exacta requerida, el personal adecuado y las capacitaciones continuas hacia el personal (Calva, 2012, pág. 274)

Las herramientas Lean Manufacturing sirvieron para aumentar la productividad en la empresa Dupree Venta Directa la cual aumento en un 28%, además se comprobó que hubo una mejora en la línea de producción en un 24%. Se incrementó la eficacia las cual dio como resultado la disminución en el tiempo ciclo que era de 12 segundos por cada

pedido a 9 segundos por cada pedido. Las herramientas Lean Manufacturing mejoraron en 4% la eficiencia de la línea de producción el cual trae como consecuencia que los recursos sean aprovechados en su totalidad y no desperdiciados ya que esto produce pérdidas innecesarias hacia la empresa (LUIS, 2017, pág. 172)

Que es la productividad es una relación en la cual esta se encuentra la producción y el aprovechamiento correcto de los recursos humanos, materiales y financieros por lo cual se logren y alcance los objetivos institucionales, se mejore la calidad de los productos y servicios al cliente, en donde se el desarrollo de los trabajadores y se contribuya con beneficios económicas, ecológicos y morales (Combeller, 1993, pág. 25). También se puede relacionar a la productividad con la misión de la empresa, si el objetivo de la empresa es ganar dinero u obtener recursos financieros lo cual ayuda a orientar a la productividad, productivo es aquello que ayuda a generar ingresos (dinero) a la organización e improductivo es todo que no genera ingresos (dinero) a la empresa (Combeller, 1993, pág. 27)

El termino Lean fue dado en 1988 por Krafcik y relacionado con la característica de calidad propuestas por el sistema de producción Toyota, fue difundido por la gran cantidad de proyectos del programa IMVP-MIT. El interés en la industria automotriz japonesa fue gracias a los resultados logrados por las fábricas de Toyota en cuanto a la fabricación de automóviles en menos tiempos con menor cantidad de personal y menos recursos. El objetivo de la producción Lean es lograr una gran variedad de productos de alta calidad. Fueron cinco principios que se estableció bajo la filosofía Lean crear valor para el cliente, identificar el flujo de valor, crear flujos, producir solo lo que “impulsa” al cliente y alcanzar la perfección reduciendo y eliminando residuos. (Luque Senadra , y otros, 2018, pág. 25).

Las herramientas Lean Manufacturing, las cuales tienen como objetivo la reducción y eliminación de desperdicios, mediante la aplicación de una colección de herramientas (TPM, 5s, SMED, Kanban, Kaizen, Heijunka, Jidoka, etc), estas se desarrollaron originalmente en Japón. Los pilares de Lean Manufacturing son la filosofía de mejora continua, el control de calidad, la eliminación de desperdicios, el aprovechamiento de la cadena de valor y la activa participación de los operarios. También son herramientas que sirven para mejorar de manera rápida los sistemas de trabajo y producción y hacerlas muchos más sostenibles, lo cual concluye con reducir los desperdicios, además también reducen el consumo de recursos y aumenta la capacidad de organización (Carreras, 2011, págs. 1-2)

## 1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño de un modelo basado en herramientas Lean Manufacturing incrementaría la productividad de la empresa BAUR METALMIN SAC en Cajamarca, 2019?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. *Objetivo general*

Diseñar un modelo basado en herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa BAUR METAMINC SAC, en Cajamarca, 2019.

### 1.3.2. *Objetivos específicos*

- Analizar los desperdicios y productividad actuales en la empresa BAUR METALMIN S.A.C
- Diseñar un modelo basado en herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa BAUR METALMIN S.A.C, en Cajamarca, 2019.
- Medir la productividad después del diseño en la empresa.
- Realizar una evaluación económica (Costo/ Beneficio) para evaluar la viabilidad del diseño en la empresa.

## 1.4. Hipótesis

### 1.4.1. *Hipótesis general*

El diseño de un modelo basado en herramientas Lean Manufacturing incrementará la productividad en la empresa BAUR METALMIC SAC, Cajamarca,2019.

### 1.4.2. *Hipótesis específica*

El diseño de un modelo basado en herramientas Lean Manufacturing no incrementará la productividad en la empresa BAUR METALMIC SAC, Cajamarca,2019.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### 2.1.1. *Enfoque*

El enfoque a considerar en esta investigación es el cuantitativo, el cual según Hernández (2014), usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

#### 2.1.2. *Diseño*

Esta investigación es de diseño no experimental, ya que según Hernández (2014), son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.

De tal forma esta investigación presenta un corte transversal, ya que recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único y cuyo propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. (Sampieri, 2014, pág. 154).

#### 2.1.3. *Tipo*

El tipo de investigación es correlacional, puesto que se describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado, ya sea en términos correlacionales, o en función de la relación causa-efecto. (Sampieri, 2014, pág. 158).

### 2.2. Población y muestra

**Población:** La población está conformada por todas las áreas de la empresa BAUR METALMIN S.A.C. en el año 2019.

**Muestra:** La muestra está conformada por el área de producción de la empresa BAUR METALMIN S.A.C. en el año 2019.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Las técnicas e instrumentos que se utilizarán en esta investigación serán detalladas en el siguiente cuadro, explicando la razón de cada una de ellas, los materiales usados y lugares de aplicación.

**Tabla 1**

*Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos*

TECNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICACIÓN
<b>OBSERVACIÓN DIRECTA</b>	Estudiar las variables en su contexto natural, lo que permite identificar qué áreas intervienen en el incremento productividad, analizando las causas por las que se generan desperdicios, los mismos que ocasionan una baja en la productividad, y tomar los tiempos de demora en cada proceso de producción.	Cámara Fotográfica  Formatos de recolección de datos.  Lapiceros  Cronómetros	La observación será aplicada en todas las áreas responsables de producción de la empresa BAUR METALMINC SAC.
<b>ENCUESTA</b>	Permite obtener datos estadísticos sobre las variables y sus dimensiones.	Encuestas  Lapiceros	Personal encargado en todas las áreas de producción.

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

**Tabla 2**  
*Procedimiento*

<b>INDICADOR</b>	<b>MÉTODOS</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>Reducción de Costos.</b>	Just in time	Microsoft Office Word
<b>Identificación de Procesos</b>	Value Stream Map	Microsoft Excel
<b>Distribución de Espacios</b>	Layout	Autocad
<b>Control de Defectos.</b>	Jidoka	Microsoft Office Word
<b>Reducción de Desperdicios.</b>	SMED	Microsoft Office Word
<b>Eficiencia total del equipo.</b>	OEE	Microsoft Excel y Microsoft Office Word
<b>Tiempo de producción</b>	DTD	Microsoft Office Word
<b>Rendimiento y efectividad del proceso.</b>	KPI	Microsoft Excel
<b>Unidades por día (productividad).</b>	Análisis de datos	Microsoft Excel
<b>Eficiencia física y económica</b>	Análisis de datos	Microsoft Office Word

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

## 2.4. Procedimiento

### a) Observación Directa

Para empezar con esta técnica primero se elaborarán formatos para toma de datos tanto de la cantidad de desperdicios, tiempos de producción y tiempos muertos. Luego se coordinará una visita con el gerente de la empresa, al momento de iniciada la visita se analizará e identificará cada proceso de producción, tomando nota de cada incidente,

registrando los sucesos por medio de fotografías; después se ejecutará la recolección de datos sobre desperdicios y toma de tiempos, para finalmente registrar, y analizar toda la información obtenida.

#### b) **Encuestas**

En el presente estudio se utilizó una encuesta con 2 opciones de respuesta. Se elaboró la encuesta con 10 preguntas las mismas que se aplicaron a los trabajadores de la empresa BAUR METALMIN S.A.C. La encuesta se dividió en dos partes. La primera se refiere a las preguntas que evalúan la variable Lean Manufacturing y la segunda evalúan la variable de productividad. Para ser desarrollada se coordinó con el gerente el día en que iban a ser aplicadas, tomando en cuenta la disponibilidad de cada trabajador; la encuestas tuvo una duración de 10 minutos; finalmente se registraron todos los datos obtenidos.

##### ***2.4.1. Validez y confiabilidad de información***

Para determinar la validez y confiabilidad de los instrumentos, se utilizó la opinión y el visto bueno de expertos en el tema de la carrera profesional de Ingeniería Industrial, de nuestra casa superior de estudios sede Cajamarca.

##### ***2.4.2. Para analizar la información***

Se ha hecho una tabulación, la cual se digitó en tablas de Excel, para luego hacer gráficos de pastel en los que se muestra los resultados de la información recolectada de las encuestas a cada trabajador.

##### ***2.4.3. Aspectos éticos de la investigación***

Se está citando a todas las fuentes que han sido consultadas y consideradas en esta investigación, también contamos con la autorización de la institución en estudio para recolectar la información necesaria, dicha información será usada solo con fines académicos, basándonos en el método científico y sin dejar de lado valores que un investigador debe observar; todos los resultados se presentan sin alterar datos reales.

## 2.5. Matriz de Consistencia

**Tabla 3**  
*Matriz de Consistencia*

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<b>1. Problema General:</b>	<b>1. Objetivo General</b>	<b>1. Hipótesis General</b>	<b>Variable independiente:</b>	<b>Tipo de investigación:</b> Transversal, correlacional.
¿En qué medida el diseño de un modelo basado en herramientas Lean Manufacturing incrementaría la productividad de la empresa BAUR METALMIN SAC en Cajamarca, 2019?	Diseñar un modelo basado en herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa BAUR METAMINC SAC, en Cajamarca, 2019.	El diseño de un modelo basado en herramientas Lean Manufacturing incrementará la productividad en la empresa BAUR METALMIC SAC, Cajamarca, 2019.	Diseño de un modelo basado en herramientas Lean Manufacturing.	<b>Diseño de investigación:</b> No experimental.
			<b>Variable dependiente:</b>	<b>Técnicas e instrumentos:</b> Observación directa, encuesta.
			Incrementar la productividad	

**Fuente:** Elaboración por los investigadores

## 2.6. Matriz de Operacionalización

**Tabla 4**

*Matriz de Operacionalización*

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
<b>Lean Manufacturing</b>	Lean Manufacturing (Manufactura esbelta) es una metodología que se enfoca en la eliminación de cualquier tipo de pérdidas, temporal, material, eficiencia o procesos. Es eliminar lo inútil con el objetivo de aumentar la productividad y la capacidad de la empresa para competir con éxito en el mercado. El objetivo de Lean Manufacturing es proponer mejoras en los procesos a través del análisis de la cadena de valor, y la implementación de herramientas de calidad e indicadores macro (Vargas, Muratalla, & Jiménez, 2016)	Layout	Distribución de Espacios (m)
		Jidoka	Control Automático de Defectos (defectos de productos, números de defectos encontrados)
		SMED	Tiempo de preparación
		Value Stream Map	Actividades que agregan valor.
		Just in Time	Reducción de desperdicios (%)
<b>Productividad</b>	La productividad se concentra en la medición de indicadores, cuya variación en el tiempo evidencia el comportamiento de la empresa y el estímulo en el proceso de toma de decisiones. Para otros la medición es menos importante y recomiendan dedicar los esfuerzos en la motivación y participación de los trabajadores. Consideran que, si se logra que cada persona actúe más productivamente, el resultado global se traduce necesariamente en una empresa más productiva. (Imai, M; Imai, M; Heizer, J.; Render, B; Ruelas, E; Rincón, H., 2001)	OEE	Porcentaje de Eficiencia Total del Equipo
		Productividad de MO	Cantidades por Operario
		Productividad de MP	Cantidad de MP utilizada
		Calidad	Porcentaje de Productos Conformes y No Conformes (%)
		Eficiencia Económica	Rentabilidad (S/.)
		Eficiencia Física	Aprovechamiento de MP (%)
		Tiempo	Tiempo promedio/estándar (horas)
		Costos	Gastos Generales (S/.)

## **CAPÍTULO III. RESULTADOS**

### **3.1. Información General de la Empresa**

METALMIN SAC, es una empresa dedicada al rubro de la metalmecánica, destacando por la fabricación y montaje de estructuras metálicas, corte, perforación, ranurado CNC PLASMA e hidrático de planchas; además de especializarse en los campos de la soldadura y habilitación de metales. Tiene una trayectoria de 10 años como marca en el mercado. Es una empresa con proyección regional, dedicada a ejecutar proyectos que involucran servicios de construcción, fabricación, montaje y/o mantenimiento de obras civiles y metalmecánicas. Dispuestos a satisfacer las exigencias de los clientes y alcanzar sus objetivos empresariales.

Las estructuras metálicas en términos sencillos constan de muchas partes que se encuentran unidas entre ellas, y que en su conjunto forman un todo o una forma, que se utiliza para sostener a otro cuerpo. Debido a su morfología puede soportar la fuerza que ejerce este cuerpo sobre la estructura de metal.

Ofrecen servicios de soldadura y recuperación de piezas a través de los procesos de Soldadura TIG, MIG, Eléctrica, Autógena y corte con plasma. Así mismo, ejecutan procedimientos de soldadura en materiales como: Fierro, Inox, Aluminio, Bronce, etc

## Datos de la Empresa

### Tabla 5

*Datos de la empresa*

---

**RUC: 20600926901**

---

**Razón Social: BAUR METALMIN S.A.C**

---

**Tipo Empresa: Sociedad Anónima Cerrada**

---

**Condición: Activo**

---

**Fecha Inicio Actividades: 11 / Enero / 2016**

---

**Actividades Comerciales:**

Fab. Otros Prod. de Metal Ncp.

Construcción Edificios Completos.

---

**CIU: 28990**

---

**Distrito / Ciudad: Cajamarca**

---

**Departamento: Cajamarca, Perú**

---

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

### 3.2. Diagnóstico general del área de estudio

La empresa de metalmecánica BAUR METALMIN S.A.C; cuenta con problemas desde el pedido de materia prima hasta el despacho de las piezas fabricadas.

Empezando por la demora que tienen en recibir la materia prima, esta puede demorar hasta 3 días en llegar a la empresa; ya en almacén cuentan con demasiadas piezas sobrantes lo que indica que no hacen un buen uso de toda la materia prima; el espacio en el que se encuentran distribuidas las áreas y máquinas tampoco es el adecuado ya que todo está en desorden y esto ocasiona demoras al momento de la fabricación de las piezas.

Las máquinas que tiene la empresa no se encuentran en buen estado y algunas producen defectos en las piezas terminadas, además de que se generan muchos desperdicios; por

esto los trabajadores no pueden abastecerse y tampoco realizar su trabajo eficiente y con pizas de calidad, produciendo demoras en la producción y en el plazo de entrega.

Para solucionar los distintos problemas con los que cuenta la empresa, se utilizarán algunas de las herramientas del Lean Manufacturing; diseñando un plan de mejora que pueda disminuir los tiempos de despacho, de producción y de entrega; así mismo se pueda hacer una mejor distribución de áreas y máquinas.

### 3.2.1. *Imágenes de BAUR METALMIN SAC*

**Ilustración 1**  
*Espacio de Operaciones*



**Ilustración 2**  
*Espacio de almacén*



**Ilustración 3**  
*Pieza soldada*



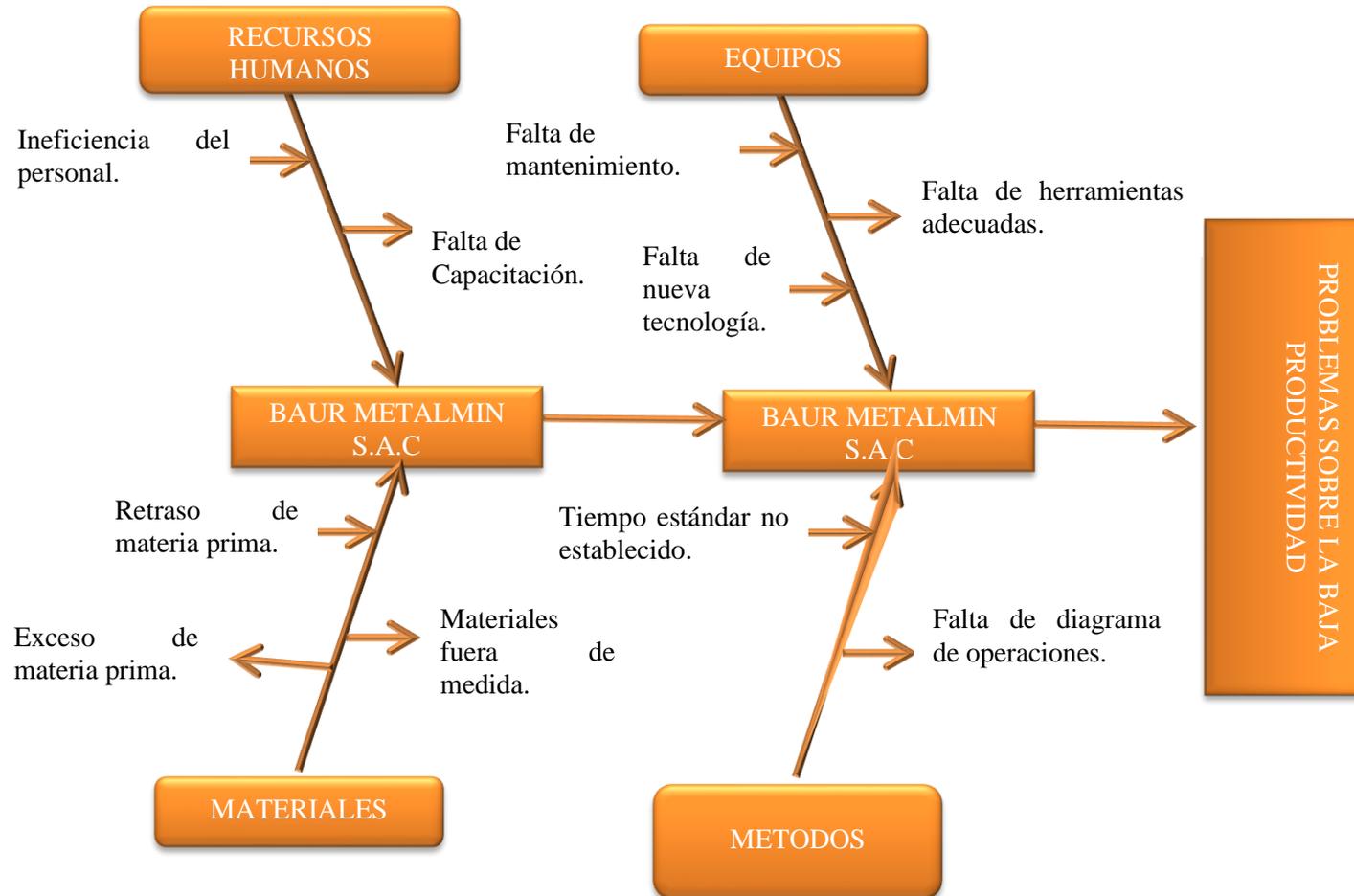
**Ilustración 4**  
*Soldador*



3.2.2. Diagrama de Ishikawa

Figura 1

Diagrama Ishikawa



Fuente: Elaborada por los investigadores

Analizando los problemas de las empresas Baur BAUR METALMIN S.A.C se han identificado los siguientes problemas los cuales se consideran como principales factores que causan los problemas en la empresa, Recursos Humanos, Materiales, Equipos y Métodos. Haciendo un análisis más profundo se pudieron identificar las sub causas de los principales problemas. Con la propuesta de mejora se busca disminuir los problemas que se generar en la empresa en un futuro.

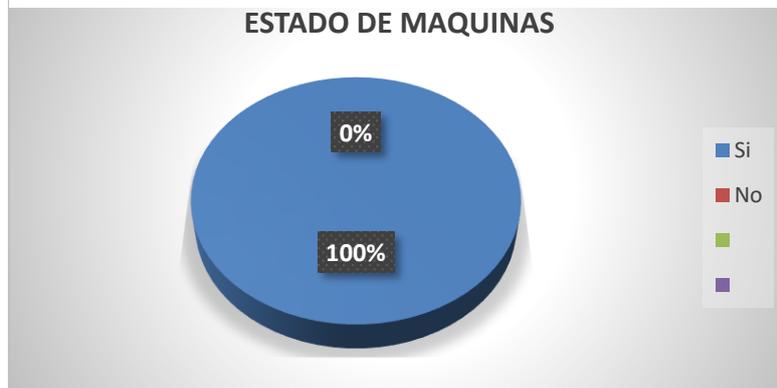
### 3.2.3. Resultados De Encuestas

- Lean Manufacturing

1. ¿Conoce usted en qué estado se encuentran sus máquinas?

**Figura 2**

*Grafico Estado de Máquinas*



**Interpretación 1:** De acuerdo a la encuesta realizada todos los trabajadores tienen conocimiento sobre el estado en el que se encuentran sus máquinas.

2. ¿Conoce usted los costos de producción generados en la empresa?

**Figura 3**

*Grafico Costos de Producción*



**Interpretación 2:** De acuerdo a la encuesta realizada la mayoría de trabajadores son conocedores de los costos de producción que se generan en la empresa.

**3. ¿Conoce usted cuales son los residuos de la Materia Prima de la producción? ¿Qué residuos genera?**

**Figura 4**  
*Grafico Residuos Generados*



**Interpretación 3:** Todos los trabajadores tienen conocimiento de los residuos generados por la empresa, explicando que son sobrantes de pintura, lijas, discos de desgaste.

**4. ¿Sabe usted cómo están distribuidas las áreas de trabajo? ¿Cuántas y cuáles son?**

**Figura 5**  
*Grafico Áreas de trabajo*



**Interpretación 4:** Todos los trabajadores conocen cuantas áreas son, especificando que cuentan con 5 áreas, las cuales son: Gerencia, Planta, Producción, Logística y Contabilidad.

**5. ¿Sabe usted en cuánto tiempo se elabora un producto? ¿Cuál es el tiempo promedio de producción?**

**Figura 6**  
*Grafico tiempo de producción*



**Interpretación 5:** Todos los trabajadores están informados sobre el tiempo de producción, indicando que el tiempo depende del producto que se esté fabricando.

• **Productividad**

**1. ¿Sabe usted qué es la productividad?**

**Figura 7**  
*Gráfico de Productividad*



**Interpretación 1:** Todos los trabajadores tienen conocimiento sobre que es la productividad, dando una breve información, “productividad es la capacidad de producir algo”.

2. **¿Sabe usted si la empresa incremento la productividad en sus últimos meses? ¿En qué promedio aumentó?**

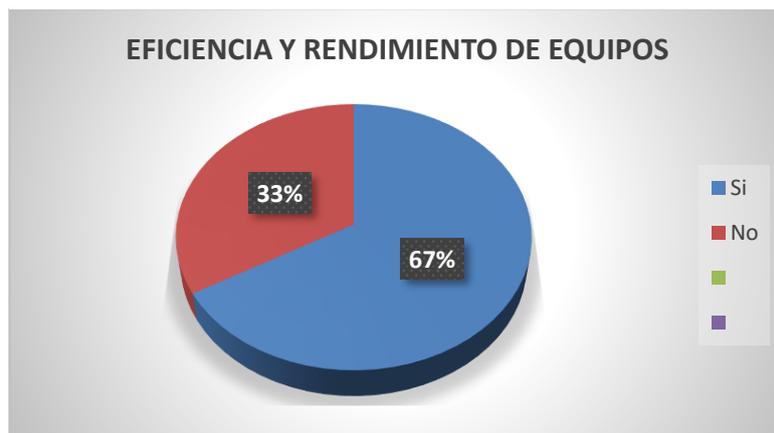
**Figura 8**  
*Gráfico Incremento de la productividad*



**Interpretación 2:** Los indicaron que la productividad se incrementó en 5% respecto al mes pasado.

3. **¿Conoce usted cómo medir la eficiencia y el rendimiento total de los equipos? ¿Cómo los mediría?**

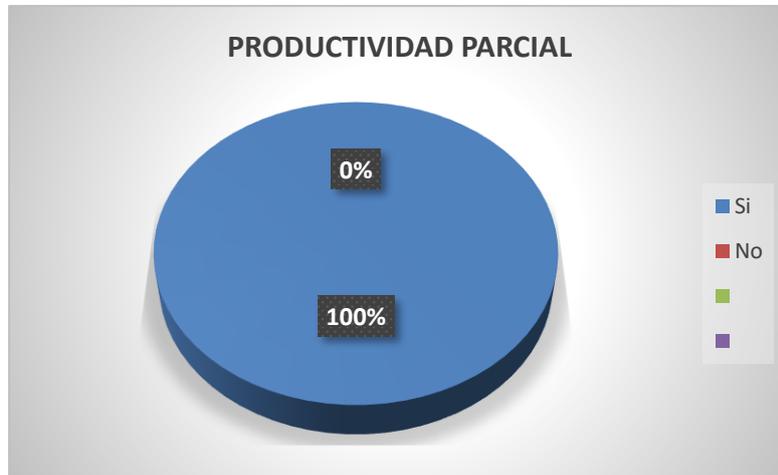
**Figura 9**  
*Gráfico Eficiencia y Rendimiento*



**Interpretación 3:** Algunos de ellos saben cómo medir la eficiencia y el rendimiento total de los equipos, indicando que se los mediría teniéndolos en perfecto estado operativo, es decir a un 100%.

4. **¿Conoce usted cuál es la productividad parcial de la materia prima? ¿A cuánto se eleva?**

**Figura 10**  
*Gráfico Productividad Parcial*



**Interpretación 4:** Todos tienen conocimiento sobre la productividad parcial de la materia prima, elevándose en un 10 %.

5. **¿Sabe usted cómo disminuir los desperdicios para aumentar la productividad? ¿Cómo los disminuyen?**

**Figura 11**  
*Gráfico Desperdicios*



**Interpretación 5:** De acuerdo a la encuesta realizada, todos los trabajadores tienen conocimiento de cómo disminuir los desperdicios para que se pueda incrementar la productividad, explicando que tienen un sistema de corte de CNC de plasma.

### 3.3. Diagnóstico de la variable “Lean Manufacturing”

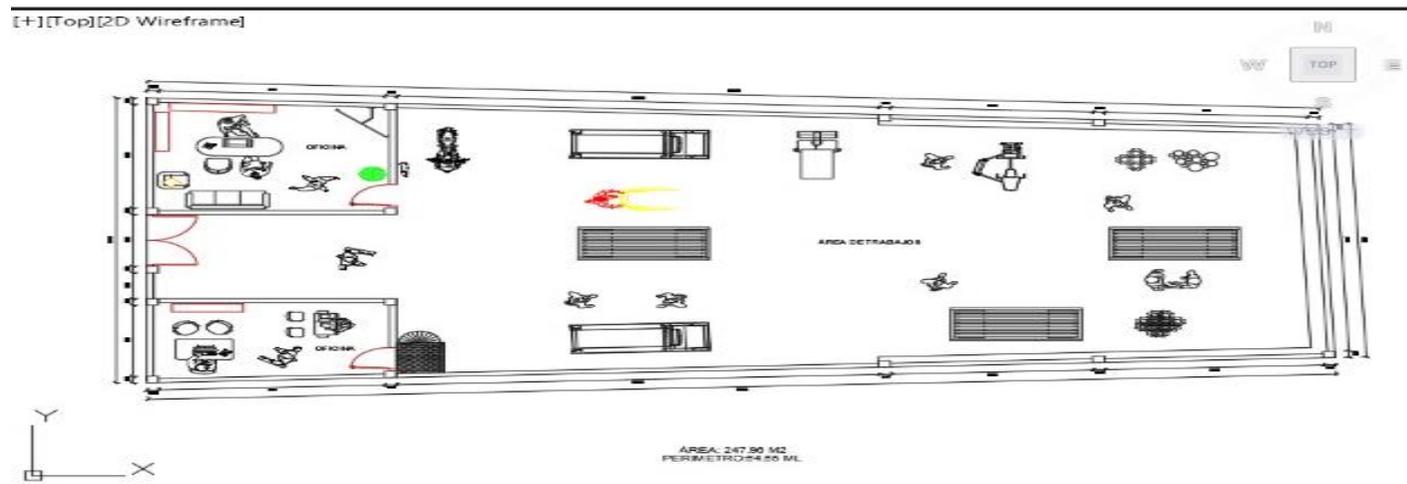
#### 3.3.1. Diagnóstico de la dimensión “Layout”

En la empresa BAUR METALMIN SAC, específicamente en el área de producción se generan demoras en el proceso productivo, lo que evita que se realice un trabajo eficaz, esto se viene dando por la distribución de las máquinas involucradas en todo el proceso, ya que están en desorden, ubicadas un lejos de la otra, ocasionando tiempos muertos al transportar los materiales de una a otra; además de una mala comunicación entre las áreas. Se muestra en la ilustración N°6.

- Máquina cortadora distancia de 11 metros de la máquina plegadora. (Caja china)
- Máquina CNC plasma se encuentra a una distancia de 7 metros del almacén, esto genera demoras ya que de ahí se obtienen las planchas que entran en la máquina. (Artesanías metálicas).

#### **Ilustración 5**

##### *Distribución del Área de Producción*



### 3.3.2. Diagnóstico de la dimensión “Jidoka”

La empresa tiene problemas con la eficiencia de las máquinas, esto a su vez hace que los operadores tengan dificultades para manejarlas; algunas de ellas se encuentran en mal estado y otras necesitan mantenimiento, por ello se producen fallas en los procesos y por ende en los productos, generando desperdicios y además el uso de nueva materia prima, así se inicia un nuevo proceso, acortando el plazo de entrega. A esto se le suma, que algunos de los operarios no cuentan con los conocimientos debidos para operar las maquinas presentes en los trabajos de producción, y esto complica más el trabajo que se realiza.

**Tabla 6**  
*Cantidad de defectos*

<b>Máquinas</b>	<b>Defectos</b>
<b>CNC Plasma</b>	1) Base en mal estado, y lleno de residuos. 2) Tablero sucio. 3) Cableado desgastado.
<b>Plegadora</b>	1) Terminal de soldar en mal estado. 2) Tablero de control en mal estado
<b>Cortadora</b>	1) Interruptor desgastado
<b>Total de defectos</b>	<b>6 defectos</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

**Ilustración 6**  
*Plegadora*



**Ilustración 7**  
*Cortadora de planchas*



**Ilustración 9**  
*Desperdicios*



**Ilustración 8**  
*CNC Plasma*



### 3.3.3. Diagnóstico de la dimensión “SMED”

En la empresa BAUR METALMIN S.A.C, no cuentan con una adecuada ubicación de estaciones de trabajo y máquinas, además de ello la falta de mantenimiento de las mismas, por ello el tiempo de producción es elevado; aplicando la herramienta “SMED”, se verán aquellos problemas en la ubicación, convirtiendo actividades internas en externas, para poder reducir el tiempo de preparación.

**Tabla 7**  
*Cuadro SMED*

Descripción de la Actividad	Tiempo de preparación
Plegado de Plancha	15 min
Dibujar Figura en Auto Cad	5 min
Pasar Plano a Fas Cam	15 min
Programar plano en la Máquina Plasma	12 min
Cortado de la plancha	12 min
<b>TOTAL</b>	<b>59 min</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

En los siguientes diagramas hombre máquina se muestran las operaciones en las que intervienen tanto la mano del hombre como las máquinas en la empresa, permite ver el tiempo que emplea el trabajador y el tiempo que emplea la máquina.

- Caja China

**Figura 12**
*Diagrama hombre - máquina de caja china*

DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA (DIAGNOSTICO CAJA CHINA)					
OPERACIÓN:	Procesos de Fabricación de Caja China				
MÁQUINA:	Plegadora / Cortadora				
FECHA:					
REALIZADO POR:					
APROBADO POR:					
OPERARIO	TIEMPO	PLEGADORA	CORTADORA		
Plegado de Planchas	1	Plegado	Tiempo muerto	Tiempo muerto	
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
Insertar Pernos	1	Tiempo Muerto		Tiempo Muerto	
Armado e Insertado de Ángulos	1	Tiempo Muerto		Cortado de la plancha	
	2				
	3	Plegado de la plancha		Tiempo Muerto	
	4	Tiempo Muerto		Tiempo Muerto	
	5				
Elaboración y Ensamble de Manijas	1	Tiempo Muerto		Cortar Planchas	
	2				
	3	Plegado (Elaboración de Manijas)		Tiempo Muerto	
	4				
	5				
	6	Tiempo Muerto		Tiempo Muerto	
	7				
	8				

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

- Artesanías metálicas

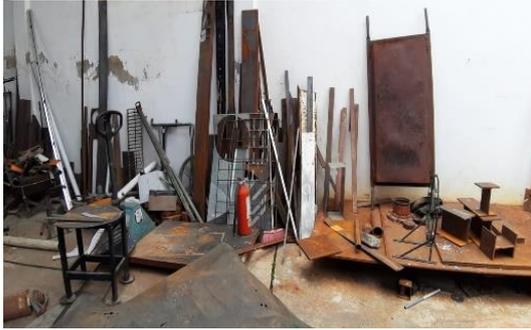
**Figura 13**
*Diagrama hombre - máquina de artesanías metálicas*

<b>DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA (DIAGNOSTICO ARTESANIAS METALICAS)</b>					
<b>OPERACIÓN:</b>	<b>Procesos de Artesanías Metálicas</b>				
<b>MÁQUINA:</b>	<b>CNC de Plasma</b>				
<b>FECHA:</b>					
<b>REALIZADO POR:</b>					
<b>APROBADO POR:</b>					
<b>OPERARIO</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>LAPTOP</b>	<b>CNC de Plasma</b>		
Dibujar Figura en Auto CAD	1	Diseño de la Figura		Tiempo Muerto	
	2				
Pasar Plano a Fas Cam	1	Pasar plano a Fas Cam		Tiempo Muerto	
Programar plano en la maquina CNC de Plasma	0.1	Tiempo Muerto		Cargar plano en Tablero	
Cortado de la Plancha	1	Tiempo Muerto		Cortado de la Plancha	
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
20					
Pintado y Secado	1	Tiempo Muerto		Pintado y Secado	
	2				

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

### **Ilustración 10**

*Cortes*



### **Ilustración 11**

*Acero*



#### **3.3.4. Diagnóstico de la dimensión “Value Stream Map”**

- **VSM Artesanías Metálicas**

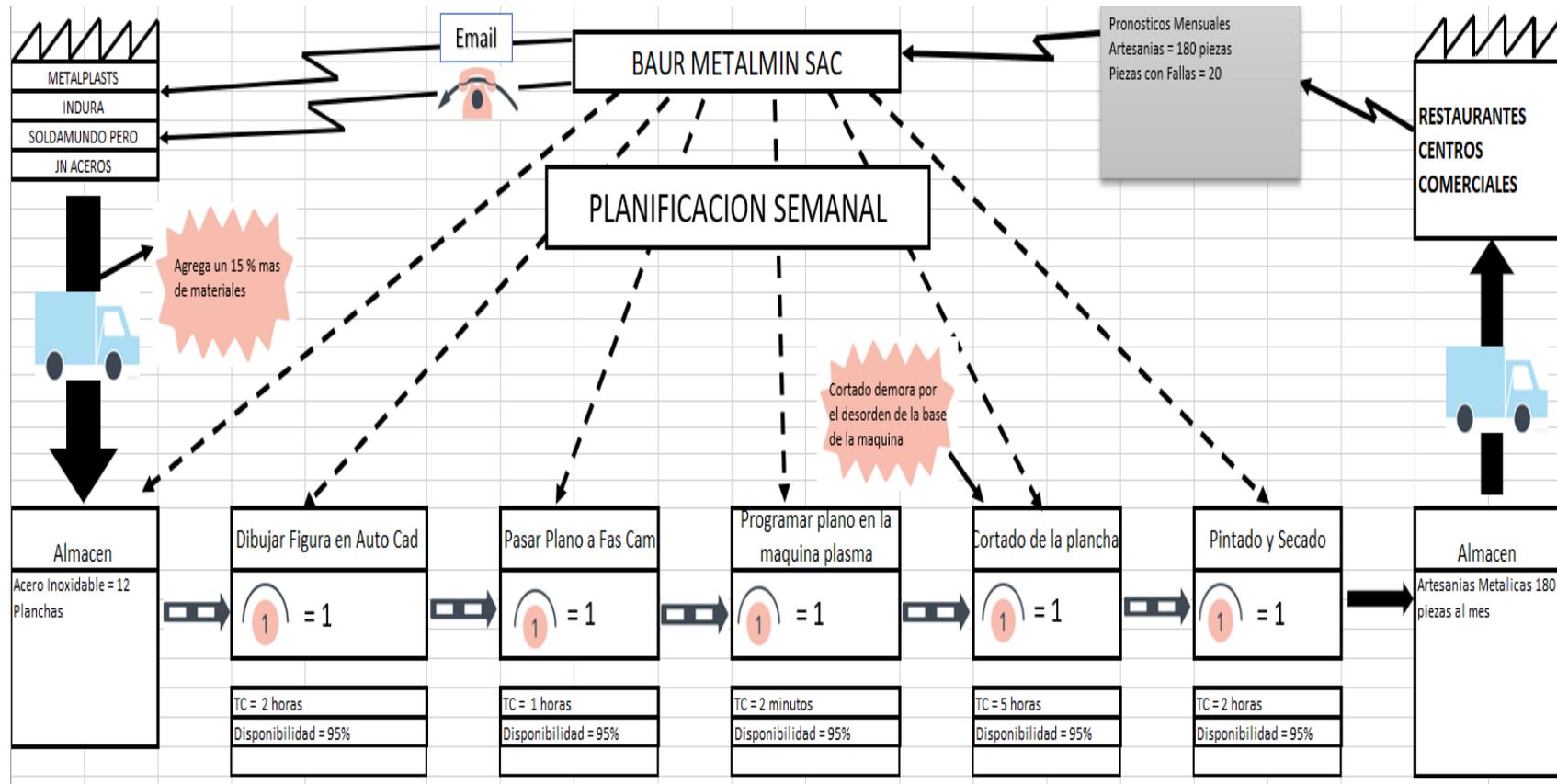
En la empresa BAUR METALMIN SAC se determinó que, en la operación de Corte de la plancha, hay un tiempo de demora 2 a 20 horas, este tiempo debería ser menor, pero la base de la Máquina CNC Plasma está totalmente sucia, con restos de trabajos que se realizaron anteriormente y por eso genera que el tiempo de la cortado sea mayor, además hace que al momento de cortar se generen errores.

### **Ilustración 12**

*Máquina CNC plasma*



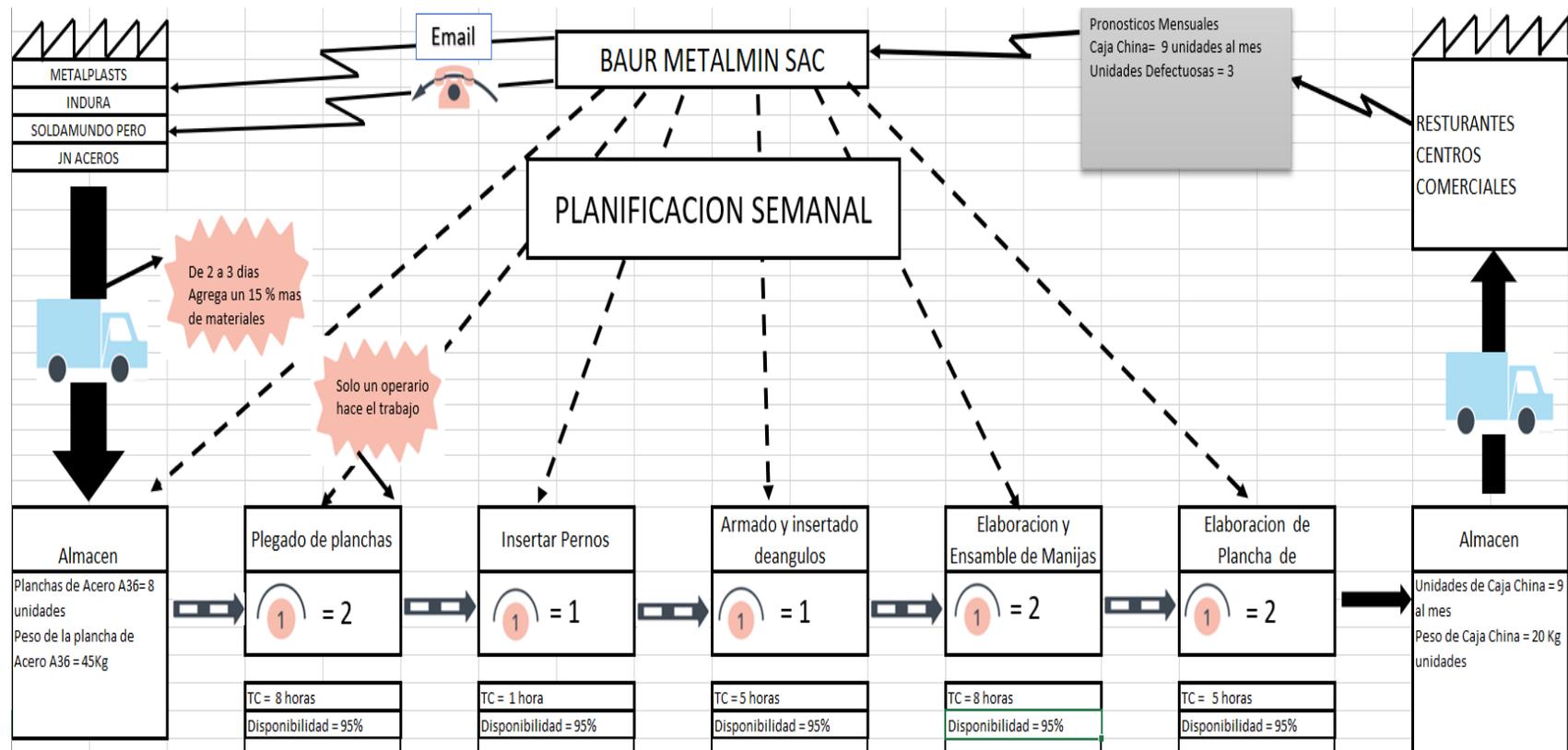
**Ilustración 13**  
*VSM Artesanías metálicas*



• **VSM de caja china**

El problema en la operación se da porque el trabajo lo realiza un solo operario, esto hace que el tiempo de trabajo sea mayor, además el poco espacio que hay en el aérea y el desorden generan más dificultad en el proceso productivo.

**Ilustración 14**  
VSM de caja china

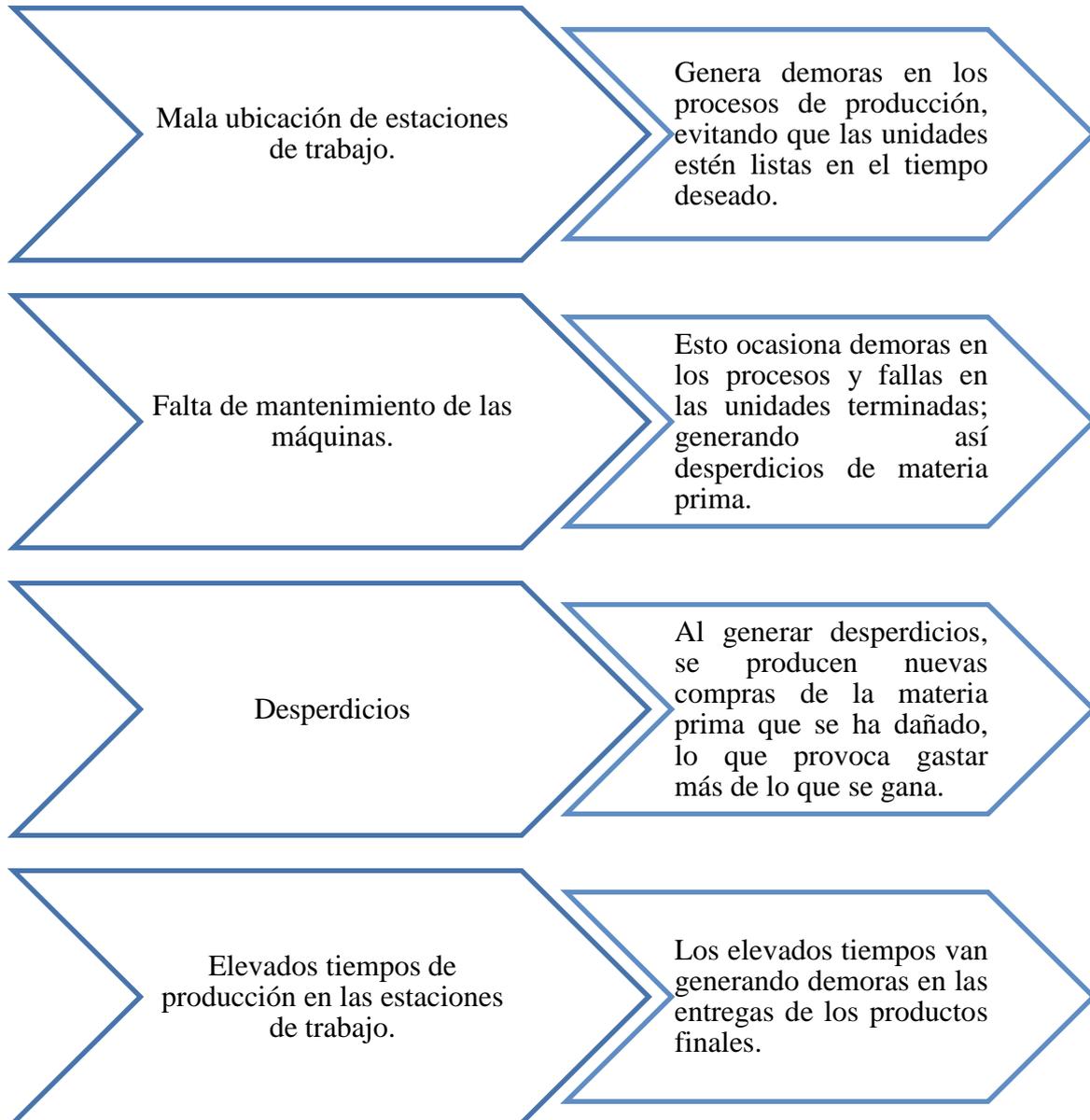


### 3.3.5. Diagnóstico de la dimensión “Just in time”

En la empresa BAUR METALMIN S.A.C, los problemas que se presentan son:

**Figura 14**

*Problemas de la empresa*



En la empresa se están generando, muchos desperdicios, que son el 40% entre discos de corte, acero y pinturas; estos a su vez también están mal ubicados ya que algunos están amontonados. El JIT, ayudará a identificar todos los problemas que se presentan en la empresa; desde el inicio del problema al final; orientándose a la eliminación de actividades o tiempos que no generen valor y desperdicios, así mismo, de lograr una producción rápida y flexible para poder cumplir a tiempo con los pedidos del cliente.

**Tabla 8**

*Desperdicios*

<b>Desperdicios Identificados</b>	
<b>Tiempos de Espera</b>	Demoras presentadas en las máquinas.
<b>Transporte</b>	Máquinas y subáreas alejadas
<b>Defectos</b>	Desechos de materia prima en cada proceso

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

**Tabla 9**

*Defectos*

<b>Desperdicios</b>	<b>Cantidad</b>
Cortes	15%
Acero	20%
Pinturas	5%
<b>Total</b>	<b>40%</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

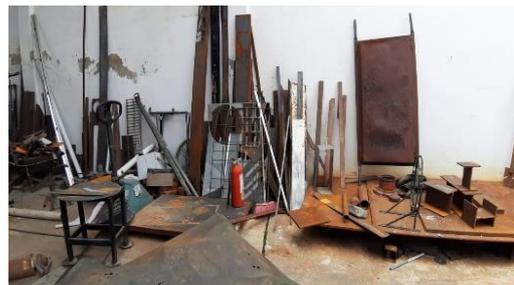
**Ilustración 16**

*Área de producción*



**Ilustración 15**

*Desperdicios*



### 3.4. Diagnóstico de la variable “Productividad”

#### 3.4.1. Diagnóstico de la dimensión “OEE”

(Belohlavek, 2006, pág. 29), propone utilizar las siguientes ecuaciones para calcular la disponibilidad, eficiencia, calidad y eficiencia física de máquinas o equipos.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} * 100\%$$

**Ecuación 1** *Fórmula General Disponibilidad CNC Plasma*

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion Real}}{\text{Capacidad Producida}} * 100\%$$

**Ecuación 2** *Fórmula General Eficiencia CNC Plasma*

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas Buenas}}{\text{Produccion Real}} * 100\%$$

**Ecuación 3** *Fórmula General Calidad CNC Plasma*

$$\text{OEE (Eficiencia Fisica de las Maquinas)} = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{Calidad}$$

**Ecuación 4** *Fórmula General OEE CNC Plasma*

- Diagnóstico del "OEE" para la máquina de CNC Plasma

**Ilustración 17**

*OEE CNC Plasma*

Diagrama de Eficiencia Global de los Equipos ( CNC Plasma )				
<b>TIEMPO DE PRODUCCION PLANIFICADO = 220 Horas/ mes</b>				
Disponibilidad (88.28%)	A	Tiempo Disponible = 128 horas / mes		Paradas Programadas
	B	Tiempo de Produccion = 123 horas		Paradas Programadas
Eficiencia (67.47%)	C	Capacidad productiva = 123 horas		5 horas (tiempos de esperas)  Almuerzos o Capacitaciones 92 horas
	D	Tiempo de productividad = 83 horas		
Calidad (90%)	E	Produccion Real = 200 piezas		
	P	Productos Buenos = 180 piezas	Rechazado 20 piezas	

$$\text{Disponibilidad} = \frac{113 \text{ horas}}{128 \text{ horas}} * 100\% = 88.28\%$$

**Ecuación 5** *Fórmula Disponibilidad CNC Plasma*

- Para encontrar la disponibilidad, tomando datos del cuadro, las horas de tiempo de producción al mes son 117 y las horas disponibles son 132 al mes; dando un porcentaje del 88.63%, lo que indica que las maquinas se encuentran disponibles un 88.63%, es decir que está operativa, pero aún se puede mejorar el porcentaje.

$$\text{Eficiencia} = \frac{83 \text{ horas}}{123 \text{ horas}} * 100\% = 67.47\%$$

**Ecuación 6** *Fórmula Eficiencia CNC Plasma*

- Para hallar la eficiencia de cada máquina, como se muestra en la ilustración N° 18, se toman datos del tiempo de producción real y capacidad productiva, que son 117 y 83 horas respectivamente, dando un resultado del 70.94 %, lo que indica que la máquina tiene problemas a la hora de realizar los trabajos esto se da por la falta de mantenimiento de la máquina.

$$\text{Calidad} = \frac{180 \text{ piezas}}{200 \text{ piezas}} * 100\% = 90 \%$$

**Ecuación 7** *Fórmula Calidad CNC Plasma*

- Para encontrar la calidad, se toman los datos de piezas buenas y producción real en unidades, las cuales son 200 y 180 respectivamente; que da un resultado de 90.56% indicando que es regular ya que como se puede apreciar en la ilustración N°18 son 20 piezas que se desperdician.

$$\text{OEE (Eficiencia Física de las Maquinas)} = 88.28\% * 67.47\% * 90\% = 53.60 \%$$

**Ecuación 8** *Fórmula OEE CNC Plasma*

### Ilustración 18

#### *Cuadro World Class para CNC Plasma*

OEE	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
< 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
≥85% <95%	Buena	Entra en Valores World Class. Buena competitividad
≥95%	Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad

- Se observa que el OEE es de 53.60% lo cual según a la tabla establecida por los valores World Class la empresa se encuentra por debajo de los estándares normales es decir que la calificación que tiene es inaceptable, mucho de esto producido por la falta de mantenimiento que se le dan a la maquinas además por el desorden y la mala distribución que hay en las áreas de trabajo. El aspecto que se debe mejorar es en la calidad ya que hay demasiadas piezas que son desechadas. Además, se podría mejorar los porcentajes de disponibilidad y eficiencia.

**Tabla 10***Cuadro Explicativo CNC Plasma*

	<b>Formula o Especificaciones</b>	<b>Datos</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Tiempo Planificado de producción</b>	Tiempo de Producción / Tiempo Disponible	224 horas al mes	Son 55 horas que trabajan a la semana 10 horas por día y 5 horas el sábado luego lo multiplicamos por 4 ( Numero de meses) para saber la cantidad de horas al mes
<b>Paradas programadas</b>	Horas totales a la semana * semanas al mes	23 * 4 = 92	2 horas por almuerzo, de lunes a jueves serian 8 (que son de lunes a jueves) , los viernes y sábados en la tarde no trabajan entonces serán 15 horas (Inactividad) más por lo que da 23 horas en total
<b>Tiempo Disponible</b>	Tiempo planificado – Paradas programadas	220 – 92 = 128	
<b>Paradas programadas del proceso</b>	Ver los tiempos muertos que hay en Vsm (value stream map) de Procesos de caja china	5 horas	El proceso de cortado de la plancha tiene un tiempo 5 horas máximo (ya que es el proceso con mayor tiempo)
<b>Tiempo de Producción</b>	Tiempo Disponible – Paradas programadas del proceso	128 – 5 = 123	
<b>Capacidad Productiva</b>	Tiempo de Producción = Capacidad Productiva	123 = 123	
<b>Micro Paradas</b>	Horas en la cuales las maquinas han presentado problemas o paradas inesperadas	30 horas	Las Micro paradas se dan por la falta de mantenimiento que no se le da a la maquina
<b>Tiempo de producción Efectivo</b>	Capacidad Productiva - Micro paradas	113 - 30 = 83	
<b>Producción total de los productos</b>	Cantidad de productos que se venden al mes contando también con los que fueron rechazados por imperfecciones	50*4= 200	Hacen 50 piezas artesanales por semana al mes hacen 200
<b>Rechazados</b>	Piezas que fueron rechazadas por imperfecciones	20	Piezas son rechazadas por erros de la maquina por la falta de mantenimiento o problemas que tuvo el operario
<b>Productos buenos</b>	Productos que salieron bien, sin ningún problema	180	

- **Diagnostico OEE para la maquina “Plegadora”**

**Ilustración 19**  
*OEE Plegadora*

<b>Diagrama de Eficiencia Global de los Equipos ( Plegadora )</b>				
<b>TIEMPO DE PRODUCCION PLANIFICADO = 224 Horas/ mes</b>				
Disponibilidad (97.56%)	<b>A</b>	<b>Tiempo Disponible = 164 horas / mes</b>		<b>Paradas Programadas</b>
	<b>B</b>	<b>Tiempo de Produccion = 160 horas</b>		<b>8 horas</b> (tiempos de esperas)
Eficiencia (53.75%)	<b>C</b>	<b>Capacidad productiva = 160 horas</b>		
	<b>D</b>	<b>Tiempo de produccion efectivo = 86 horas</b>		
Calidad (75%)	<b>E</b>	<b>Produccion Total de Productos = 12 piezas</b>		<b>Micro paradas = 30 hora</b>
	<b>P</b>	<b>Productos Buenos = 9 piezas</b>	<b>Rechazado 3 piezas</b>	
				<b>Almuerzos o Capacitaciones 60 horas</b>

$$\text{Disponibilidad} = \frac{160 \text{ horas}}{164 \text{ horas}} * 100\% = 97.56\%$$

**Ecuación 9** *Fórmula Disponibilidad Plegadora*

- Para encontrar la disponibilidad, tomando datos del cuadro, las horas de tiempo de producción al mes son 160 y las horas disponibles son 164 al mes; dando un porcentaje del 97.56%, lo que nos indica que la máquina se encuentra disponible, pero tiene demasiada falla por la falta de mantenimiento, pero aún se puede mejorar el porcentaje.

$$\text{Eficiencia} = \frac{86 \text{ horas}}{160 \text{ horas}} * 100\% = 53.75\%$$

**Ecuación 10** *Fórmula Eficiencia Plegadora*

- Para hallar la eficiencia, de cada máquina, como se muestra en la ilustración N° 20, se toman datos del tiempo de producción real y capacidad productiva, que son 86 y 160 horas respectivamente, dando un resultado del 53.75 %, lo que indica que la máquina no opera en su máxima velocidad, esto debido al mantenimiento que no se le da, lo cual genera una gran cantidad de micro paradas que son las fallas que tiene la máquina cuando está trabajando.

$$\text{Calidad} = \frac{9}{12 \text{ piezas}} * 100\% = 75 \%$$

**Ecuación 11** *Fórmula Calidad Plegadora*

- Para encontrar la calidad, se toman los datos de piezas buenas y producción real en unidades, las cuales son 9 y 12 respectivamente; que da un resultado de 75% indicando que es regular ya que como se puede apreciar en la ilustración N°20 son 3 piezas que se desperdician.

$$\text{OEE (Eficiencia Física de las Maquinas)} = 97.56\% * 53.75\% * 75\% = 39.33\%$$

**Ecuación 12** *Fórmula OEE Plegadora*

## Ilustración 20

### *Cuadro World Class Plegadora*

OEE	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
< 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
≥85% <95%	Buena	Entra en Valores World Class. Buena competitividad
≥95%	Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad

- Podemos observar que el OEE es de 39.33% lo cual según a la tabla establecida por los valores World Class la empresa se encuentra por debajo de los estándares permitidos, es inaceptable, los problemas son generados por la falta de mantenimiento, la gran cantidad de micro paradas, además la mala distribución de la área de trabajo y el desorden que son factores que llevan a la mala realización del trabajo, pero en el aspecto que se debe mejorar es en la calidad ya que hay demasiadas piezas que son desechadas. Además, se podría mejorar los porcentajes de disponibilidad y eficiencia.

**Tabla 11***Cuadro Explicativo de la Plegadora*

	<b>Formula o Especificaciones</b>	<b>Datos</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Tiempo Planificado de producción</b>	Tiempo de Producción / Tiempo Disponible	224 horas al mes	Son 55 horas que trabajan a la semana 10 horas por día y 5 horas el sábado luego lo multiplicamos por 4 para saber la cantidad de horas al mes
<b>Paradas programadas</b>	Horas totales a la semana * semanas al mes	15 * 4	2 horas por almuerzo, de lunes a viernes serian 10 y los sábados en la tarde no trabajan entonces serán 5 horas más por lo que da 15 horas en total
<b>Tiempo Disponible</b>	Tiempo planificado – Paradas programadas	224 – 60 = 164	
<b>Paradas programadas del proceso</b>	Ver los tiempos muertos que hay en Vsm (value stream map) de Procesos de caja china	8 horas	El proceso de Elaboración y Ensamble de Manijas tienen un periodo de 8 horas
<b>Tiempo de Producción</b>	Tiempo Disponible – Paradas programadas del proceso	164 – 8 = 160	
<b>Capacidad Productiva</b>	Tiempo de Producción = Capacidad Productiva	160 = 160	
<b>Micro Paradas</b>	Horas en la cuales las maquinas han presentado problemas o paradas inesperadas	30 horas	Las Micro paradas se dan por la falta de mantenimiento que no se le da a la maquina
<b>Tiempo de producción Efectivo</b>	Capacidad Productiva - Micro paradas	160 - 30 = 130	
<b>Producción total de los productos</b>	Cantidad de productos que se venden al mes contando también con los que fueron rechazados por imperfecciones	3*4= 12	Hacen 3 Cajas chinas a la semana lo multiplicamos por 4 para saber cuántos hacen al mes
<b>Rechazados</b>	Piezas que fueron rechazadas por imperfecciones	3	Piezas o cajas chinas que presentaron problemas durante su elaboración los cuales son irreversibles y sin solución, también los problemas se pueden dar por la máquinas que al no tener un buen mantenimiento generan estos problemas
<b>Productos buenos</b>	Productos que salieron bien, sin ningún problema	9	

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

- Diagrama OEE para la maquina “Cortadora”

**Ilustración 21**  
OEE Cortadora

**Diagrama de Eficiencia Global de los Equipos ( Cortadora )**

<b>TIEMPO DE PRODUCCION PLANIFICADO = 224 Horas/ mes</b>						
Disponibilidad (97.56%)	<b>A</b>	<b>Tiempo Disponible = 164 horas / mes</b>			<b>Paradas Programadas</b>	
	<b>B</b>	<b>Tiempo de Produccion = 160 horas</b>			<b>Paradas Programadas</b>	<b>Almuerzos o Capacitaciones 60 horas</b>
Eficiencia (53.75%)	<b>C</b>	<b>Capacidad productiva = 160 horas</b>			<b>49 horas (tiempos de esperas)</b>	
	<b>D</b>	<b>Tiempo de produccion efectivo = 86 horas</b>				
Calidad (75%)	<b>E</b>	<b>Produccion Total de Productos = 12 piezas</b>		<b>Micro paradas = 30 hora</b>		
	<b>P</b>	<b>Productos Buenos = 9 piezas</b>	<b>Rechazado 3 piezas</b>			

$$\text{Disponibilidad} = \frac{160 \text{ horas}}{164 \text{ horas}} * 100\% = 97.56\%$$

**Ecuación 13** *Fórmula Disponibilidad Cortadora*

- Para encontrar la disponibilidad, tomando datos del cuadro, las horas de tiempo de producción al mes son 160 y las horas disponibles son 164 al mes; dando un porcentaje del 97.56%, lo que nos indica que la máquina se encuentra disponible, pero tiene demasiada falla por la falta de mantenimiento, pero aún se puede mejorar el porcentaje.

$$\text{Eficiencia} = \frac{86 \text{ horas}}{160 \text{ horas}} * 100\% = 53.75\%$$

**Ecuación 14** *Fórmula Eficiencia Cortadora*

- Para hallar la eficiencia, de cada máquina, como se muestra en la ilustración N° 22, se toman datos del tiempo de producción real y capacidad productiva, que son 86 y 160 horas respectivamente, dando un resultado del 53.75 %, lo que indica que la máquina no opera en su máxima velocidad, esto debido al mantenimiento que no se le da, lo cual genera una gran cantidad de micro paradas que son las fallas que tiene la máquina cuando está trabajando.

$$\text{Calidad} = \frac{9}{12 \text{ piezas}} * 100\% = 75 \%$$

**Ecuación 15** *Fórmula Calidad Cortadora*

- Para encontrar la calidad, se toman los datos de piezas buenas y producción real en unidades, las cuales son 9 y 12 respectivamente; que da un resultado de 75% indicando que es regular ya que como se puede apreciar en la ilustración N°22 son 3 piezas que se desperdician.

$$\text{OEE (Eficiencia Física de las Maquinas)} = 97.56\% * 53.75\% * 75\% = 39.33\%$$

**Ecuación 16** *Fórmula OEE Cortadora*

## Ilustración 22

### Cuadro World Class Plegadora

OEE	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
< 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
≥85% <95%	Buena	Entra en Valores World Class. Buena competitividad
≥95%	Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad

- Podemos observar que el OEE es de 39.33% lo cual según a la tabla establecida por los valores World Class la empresa se encuentra por debajo de los estándares permitidos, es inaceptable, los problemas son generados por la falta de mantenimiento, la gran cantidad de micro paradas, además la mala distribución de la área de trabajo y el desorden que son factores que llevan a la mala realización del trabajo, pero en el aspecto que se debe mejorar es en la calidad ya que hay demasiadas piezas que son desechadas. Además, se podría mejorar los porcentajes de disponibilidad y eficiencia.

**Tabla 12***Cuadro Explicativo Cortadora*

	<b>Formula o Especificaciones</b>	<b>Datos</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Tiempo Planificado de producción</b>	Tiempo de Producción / Tiempo Disponible	224 horas al mes	Son 55 horas que trabajan a la semana 10 horas por día y 5 horas el sábado luego lo multiplicamos por 4 para saber la cantidad de horas al mes
<b>Paradas programadas</b>	Horas totales a la semana * semanas al mes	15 * 4	2 horas por almuerzo, de lunes a viernes serian 10 y los sábados en la tarde no trabajan entonces serán 5 horas más por lo que da 15 horas en total
<b>Tiempo Disponible</b>	Tiempo planificado – Paradas programadas	224 – 60 = 164	
<b>Paradas programadas del proceso</b>	Ver los tiempos muertos que hay en Vsm (value stream map) de Procesos de caja china	8 horas	El proceso de Elaboración y Ensamble de Manijas tienen un periodo de 8 horas
<b>Tiempo de Producción</b>	Tiempo Disponible – Paradas programadas del proceso	164 – 8 = 160	
<b>Capacidad Productiva</b>	Tiempo de Producción = Capacidad Productiva	160 = 160	
<b>Micro Paradas</b>	Horas en la cuales las maquinas han presentado problemas o paradas inesperadas	30 horas	Las Micro paradas se dan por la falta de mantenimiento que no se le da a la maquina
<b>Tiempo de producción Efectivo</b>	Capacidad Productiva - Micro paradas	116 - 30 = 86	
<b>Producción total de los productos</b>	Cantidad de productos que se venden al mes contando también con los que fueron rechazados por imperfecciones	3*4= 12	Hacen 3 Cajas chinas a la semana lo multiplicamos por 4 para saber cuántos hacen al mes
<b>Rechazados</b>	Piezas que fueron rechazadas por imperfecciones	3	Piezas o cajas chinas que presentaron problemas durante su elaboración los cuales son irreversibles y sin solución, también los problemas se pueden dar por la máquinas que al no tener un buen mantenimiento generan estos problemas
<b>Productos buenos</b>	Productos que salieron bien, sin ningún problema	9	

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

### 3.4.2. Diagnóstico de la dimensión “Productividad de MO”

Según (Heizer & Render, 2004, pág. 14), la siguiente formula sirve para calcular la productividad de mano de obra.

$$P_{mo} = \frac{\text{Produccion}}{\text{Recurso de Mano de Obra}}$$

#### **Ecuación 17 Productividad de MO**

- **Caja china**

**Producción** = 12 piezas

**Número de trabajadores** = 3 operarios

$$P_{mo} = \frac{12 \text{ unidades}}{3 \text{ operarios}} = 4 \text{ Unidades x operario al mes}$$

#### **Ecuación 18 Productividad de MO caja china**

Se han producido 4 unidades por operario al mes, lo cual genera una producción total de 12 cajas chinas, ese número no es un mal indicador ya que esa es la meta de producción de ellas en un mes; pero el número podría elevarse con las mejores planteadas en el diseño.

- **Artesanías Metálicas**

**Producción** = 200 piezas

**Número de trabajadores** = 3 operarios

$$P_{mo} = \frac{200 \text{ unidades}}{3 \text{ operarios}} = 66.6 \text{ Unidades x operario al mes}$$

#### **Ecuación 19 Productividad de MO artesanías metálicas**

En la empresa, se llevan produciendo 66 unidades por operario al mes, lo cual genera una producción total de 200 piezas de artesanías metálicas; que no indica una mala producción, pero si podría elevarse, evitando desperdicios de tiempo y materiales.

### 3.4.3. Diagnóstico de la dimensión “Productividad de MP”

Según (Lopes Herrera, 2012), la fórmula para calcular la productividad de materia prima.

$$Pmp = \frac{\text{Produccion}}{\text{Recursos de materiales}}$$

#### Ecuación 20 Productividad de MP

- **Caja China**

**Producción** = 12 piezas

✓ **Planchas de Acero A36:** 8 planchas de 2.15x2.44metros

$$Pmp = \frac{12 \text{ unidades}}{8(\text{plancha } 2.15 \times 2.44 \text{ metros})} = 1.5 \text{ (unidad/ plancha } 2.15 \times 2.44 \text{ metros)}$$

#### Ecuación 21 Productividad de MP de caja china

El resultado obtenido, indica que por cada plancha de acero se realiza una caja y media, resultado que podría elevarse aplicando las mejoras respectivas en las áreas y máquinas de la empresa.

- **Artesanías Metálicas**

**Producción:** 200 piezas

✓ **Planchas de acero** = 12 planchas de acero de 200mm

$$Pmp = \frac{200 \text{ unidades}}{12 \text{ planchas}} = 16.66 \text{ unidad/ planchas } 200m$$

#### Ecuación 22 Productividad de MP artesanías metálicas

El resultado obtenido, indica que, por cada plancha de acero inoxidable, se realizan 16 artesanías metálicas, resultado que podría elevarse aplicando las mejoras respectivas en las áreas y máquinas de la empresa.

### 3.4.4. Diagnóstico de la dimensión “Calidad”

En la empresa BAUR METALMIN S.A.C. se presenta un porcentaje de productos conformes y no conformes, por cada producto que se fabrica, tomando como producto no conforme a aquel que no cumpla con uno o varios requisitos de fabricación.

(Vázquez de Dios, 1999) indico las siguientes fórmulas para calcular el porcentaje de productos conformes y no conformes.

$$\frac{\text{Producto no conforme}}{\text{Producción total}} * 100$$

**Ecuación 23** *Productos no conformes*

$$\frac{\text{Producto conforme}}{\text{Producción total}} * 100$$

**Ecuación 24** *Productos conformes*

**Tabla 13**

*Porcentaje de producción conforme y no conforme de cajas chinas*

<b>CAJAS CHINAS</b>	
<b>Productos No Conformes</b>	<b>Productos Conformes</b>
$\frac{3}{12} * 100 = 25\%$	$\frac{9}{12} * 100 = 75\%$

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

La cantidad de productos no conformes de cajas chinas es del 25% de unidades que tienen alguna falla en el proceso de producción; mientras que el 75% son productos conformes; indicando que la cantidad de productos buenos es mayor a la de productos con fallas.

**Tabla 14**

*Porcentaje de producción conforme y no conforme de artesanías metálicas*

<b>ARTESANIAS METÁLICAS</b>	
<b>Productos No Conformes</b>	<b>Productos Conformes</b>
$\frac{20}{200} * 100 = 10\%$	$\frac{180}{200} * 100 = 90\%$

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

La cantidad de productos no conformes de artesanías metálicas es del 25% de unidades; mientras que el 75% son productos conformes; indicando que la cantidad de productos buenos es mayor a la de productos con fallas.

#### **3.4.5. Diagnóstico de la dimensión “Eficiencia Económica”**

La empresa BAUR METALMIN S.A.C, presenta problemas en tiempos de producción, desperdicios e inventarios, por lo que genera gastos elevados, en adquirir materiales, y también por la recompra de algunos de ellos, por lo que, el año pasado llego a un costo general de S/. 426 832.37. Además, en todo el año tuvo un total de ventas de S/. 302 400, entre cajas chinas y artesanías metálicas.

(Cieza Sánchez & Olivera Torres, 2017, pág. 10), utilizó la siguiente fórmula para calcular la eficiencia económica.

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{Ventas ( Ingresos )}}{\text{Costos (Inversiones)}} * 100\%$$

**Ecuación 25** *Fórmula General Eficiencia Económica*

**Tabla 15**  
*Costos Generales*

<b>COSTOS GENERALES 2018</b>	
<b>AÑO</b>	<b>COSTOS</b>
<b>ENERO</b>	S/ 10,207.32
<b>FEBRERO</b>	S/ 9,632.75
<b>MARZO</b>	S/ 13,630.45
<b>ABRIL</b>	S/ 15,984.12
<b>MAYO</b>	S/ 8,103.56
<b>JUNIO</b>	S/ 14,162.50
<b>JULIO</b>	S/ 39,440.60
<b>AGOSTO</b>	S/ 99,478.04
<b>SETIEMBRE</b>	S/ 109,844.20
<b>OCTUBRE</b>	S/ 30,008.13
<b>NOVIEMBRE</b>	S/ 19,826.63
<b>DICIEMBRE</b>	S/ 56,514.07
<b>TOTAL</b>	S/ 426,832.37

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

**Tabla 16**  
*Ventas totales al año*

<b>VENTAS</b>			
<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Caja china</b>	108	S/. 1000	S/. 108 000
<b>Artesanías Metálicas</b>	2160	S/. 90	S/. 194 400
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 302 400</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{302\,400 \text{ soles/año}}{426,832.37 \text{ soles/año}} = 0.71$$

#### **Ecuación 26** *Fórmula Eficiencia Económica*

El resultado de la eficiencia económica en la empresa BAUR METALMIN SAC en el año 2018 es de 0.71, lo que indica que la empresa está perdiendo dinero; para esto se hará un diseño de mejora en el que la empresa en lugar de perder, gané.

#### **3.4.6. Diagnóstico de la dimensión “Eficiencia Física”**

En la empresa se presentan problemas con el mantenimiento de las máquinas, además los operarios no cuentan con capacitaciones que los ayuden a tener un correcto uso de éstas; en efecto de ello, se ha hecho un mal aprovechamiento de la materia prima.

Según (Lopes Herrera, 2012, pág. 93), la siguiente formula calcula la eficiencia física.

$$Eficiencia\ Física = \frac{Salida\ de\ materia\ prima}{Entrada\ de\ materia\ prima} * 100\%$$

### **Ecuación 27** *Fórmula General Eficiencia Física*

#### **Caja China**

- **Planchas de Acero**

- Planchas de Acero A36 = 8 unidades
- Peso de la plancha de Acero A36 = 45Kg
- Cajas Chinas por Meses = 12 unidades
- Peso de la Caja China = 20 Kg
- Entrada de materia Prima = 8 planchas x 45 kg peso de la plancha x 12 meses.
- Salida de materia prima al año = 12 cajas chinas x 20 Kg x 12 meses

$$Eficiencia\ Física = \frac{2880 \frac{Kg}{unidades\ al\ año}}{4320 \frac{Kg}{unidades\ al\ año}} * 100\% = 66.66 \%$$

### **Ecuación 28** *Fórmula Eficiencia Física*

El cálculo de la eficiencia física nos da como resultado que, por cada unidad empleada, solo son aprovechadas el 66.66% del 100% que entra. Lo cual indica que la empresa no hace un buen aprovechamiento de la materia prima.

#### **Artesanías Metálicas**

- **Planchas de acero inoxidable**

- Planchas de Acero Inoxidable = 12 planchas
- Peso de la plancha Acero Inoxidable = 47.160 Kg
- Peso de las Artesanías Metálicas = 3 Kg

- Numero de Artesanías Metálicas al mes = 200 piezas
- Salida de materia prima al año = 200 piezas x 3 Kg x 12 meses = 7200
- Entrada de materia Prima = 12 planchas de Acero x 47.160 kg peso de la caja x 12 meses = 10679.04

$$Eficiencia\ Física = \frac{7200 \frac{Kg}{unidades\ al\ año}}{10679.04 \frac{Kg}{unidades\ al\ año}} * 100\% = 67.42\%$$

#### **Ecuación 29** Eficiencia física

El cálculo de la eficiencia física nos da como resultado que, por cada unidad empleada, solo son aprovechadas el 60.67% del 100% que entra. Lo cual indica que la empresa no hace un buen aprovechamiento de la materia prima.

#### **3.4.7. Diagnóstico de la dimensión “Tiempo”**

El tiempo total de ambas líneas de producción, tanto de “Cajas Chinas” y “Artesanías Metálicas”, se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 17**

##### *Tiempo de Producción*

<b>Descripción de la Actividad</b>	<b>Tiempo</b>
Plegado de Plancha	8 horas
Insertar Pernos	1 hora
Armado e insertado de ángulos	5 horas
Elaboración y ensamble de manijas	8 horas
Elaboración de Plancha de Carbonato	5 horas
Dibujar Figura en Auto Cad	2 horas
Pasar Plano a Fas Cam	1 hora
Programar plano en la maquina plasma	2 minuto
Cortado de la plancha	5 horas
Pintado y Secado	2 horas
<b>TOTAL</b>	<b>37 horas, 2 minutos</b>

De acuerdo con (Salazar López, 2019), la fórmula para determinar el número de observación es:

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{(\sum x)} \right)^2$$

**Ecuación 30** *Calculo de número de observaciones*

**Tabla 18**

*Número de observaciones caja china*

Numero de Observaciones para el procesos de "Caja China"								
Estaciones	Plegado de planchas	Insertar Pernos	Elaboración y ensamble de manijas	Armado e insertado de ángulos	Elaboración de plancha de carbonato	X	X2	Promedio
1	8	1	7	5	8	29	841	
2	7	1	8	5	5	26	676	
3	8	1	8	5	7	29	841	
4	8	1	7	4	5	25	625	
5	8	1	8	4	5	26	676	
6	7	1	7	5	7	27	729	
<b>TOTAL</b>						<b>162</b>	<b>4388</b>	<b>27.09</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

$$n = \left( \frac{40\sqrt{6(4388) - (162)^2}}{162} \right)^2 = 5.12$$

**Ecuación 31** Observaciones de caja china

Se han calculado 5 observaciones para calcular el tiempo estándar, y el promedio del tiempo es de 27.09 horas en el proceso de la caja china, problema que se solucionará con el diseño de distintas herramientas que apoyen a mejorar el mantenimiento de máquinas y con la capacitación de trabajadores.

**Tabla 19**
*Número de Observaciones Artesanías Metálicas*

Numero de Observaciones para el procesos de "Artesanías Metálicas"								
Estaciones	Dibujar Figura en Auto Cad	Pasar planos a Fas Cam	Programar plano en la maquina Plasma	Cortado de plancha	Pintado y Secado	X	X2	Promedio
1	2	1	0.2	5	2	10	100	
2	2	1	0.2	5	2	10.2	104.04	
3	2	1	0.1	5	3	11.1	123.21	
4	2	1	0.2	4	2	9.2	84.64	
5	2	1	0.2	5	2	10.2	104.04	
6	2	1	0.1	5	3	11.1	123.21	
7	2	1	0.1	4	3	10.1	102.01	
8	2	1	0.1	4	3	10.1	102.01	
<b>TOTAL</b>						<b>82</b>	<b>843.16</b>	10.28244

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

$$n = \left( \frac{40\sqrt{8(843.16) - (82)^2}}{82} \right)^2 = 5.06$$

**Ecuación 32** Observaciones de artesanías metálicas

Se han calculado 5 observaciones para calcular el tiempo estándar, y el promedio del tiempo es de 10,28 horas en el proceso de fabricar las artesanías metálicas, problema que se solucionará con el diseño de distintas herramientas que apoyen a mejorar el mantenimiento de máquinas y con la capacitación de trabajadores.

### 3.4.8. Diagnóstico de la dimensión “Costos”

En las siguientes tablas N° 16 y N° 17. Se muestran los costos generados en materia prima durante el año 2018, observándose de que a medida que avanza el año los costos van aumentando; en el mes de enero fue de S/. 10 207.32, para que en diciembre de un incremento notorio a S/. 56 514. 07. Estos costos se van elevando ya que hubo desperdicios de materiales, en los distintos procesos de producción de cajas chinas y artesanías metálicas, por lo que, se tuvieron que hacer nuevas compras de materia prima.

**Tabla 20**

*Gastos generales*

<b>GASTOS GENERALES 2018</b>	
<b>AÑO</b>	<b>GASTOS</b>
<b>ENERO</b>	S/ 10,207.32
<b>FEBRERO</b>	S/ 9,632.75
<b>MARZO</b>	S/ 13,630.45
<b>ABRIL</b>	S/ 15,984.12
<b>MAYO</b>	S/ 8,103.56
<b>JUNIO</b>	S/ 14,162.50
<b>JULIO</b>	S/ 39,440.60
<b>AGOSTO</b>	S/ 99,478.04
<b>SEPTIEMBRE</b>	S/ 109,844.20
<b>OCTUBRE</b>	S/ 30,008.13
<b>NOVIEMBRE</b>	S/ 19,826.63
<b>DICIEMBRE</b>	S/ 56,514.07
<b>TOTAL</b>	S/ 426,832.37

**Tabla 21**

*Gastos por fallas*

<b>GASTOS POR FALLAS 2018</b>	
<b>AÑO</b>	<b>GASTOS</b>
<b>ENERO</b>	3,062,196
<b>FEBRERO</b>	2,889,825
<b>MARZO</b>	4,089,135
<b>ABRIL</b>	4,795,236
<b>MAYO</b>	2,431,068
<b>JUNIO</b>	4,248,75
<b>JULIO</b>	11,832,18
<b>AGOSTO</b>	29,843,412
<b>SEPTIEMBRE</b>	32,953,26
<b>OCTUBRE</b>	9,002,439
<b>NOVIEMBRE</b>	5,947,989
<b>DICIEMBRE</b>	16,954,221
<b>TOTAL</b>	128,049.711

### 3.5. Matriz De Operacionalización De Variables Con Resultados Diagnóstico

**Tabla 22**

*Matriz de Operacionalización Diagnóstico*

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Resultados
<b>Lean Manufacturing</b>	Lean Manufacturing (Manufactura esbelta) es una metodología que se enfoca en la eliminación de cualquier tipo de pérdidas, temporal, material, eficiencia o procesos. Es eliminar lo inútil con el objetivo de aumentar la productividad y la capacidad de la empresa para competir con éxito en el mercado. El objetivo de Lean Manufacturing es proponer mejoras en los procesos a través del análisis de la cadena de valor, y la implementación de herramientas de calidad e indicadores macro (Vargas, Muratalla, & Jiménez, 2016)	Layout	Distribución de Espacios (m <sup>2</sup> )	Cortador a Plegadora: 11 m CNC a Almacén: 7m
		Jidoka	Control Automático de Defectos	6 defectos generales
		SMED	Tiempo de preparación	59 minutos
		Value Stream Map	Actividades que agregan valor.	Caja china: 5 act. Artesanías metálicas: 5 act.
		Just in Time	Reducción de desperdicios (%)	40%
<b>Productividad</b>	La productividad se concentra en la medición de indicadores, cuya variación en el tiempo evidencia el comportamiento de la empresa y el estímulo en el proceso de toma de decisiones. Para otros la medición es menos importante y recomiendan dedicar los esfuerzos en la motivación y participación de los trabajadores. Consideran que, si se logra que cada persona actúe más productivamente, el resultado global se traduce necesariamente en una empresa más productiva. (Imai, M; Imai, M; Heizer, J.; Render, B; Ruelas, E; Rincón, H., 2001)	OEE	Porcentaje de Eficiencia Total del Equipo	CNC: 59.31% Plegadora: 39.19 % Cortadora: 39.19 %
		Productividad de MO	Cantidades por Operario	Caja china: 4 und Artesanías metálicas: 66 und.
		Productividad de MP	Cantidad de MP utilizada	Caja China: 1.5 Artesanías metálicas: 16
		Calidad	Porcentaje de Productos Conformes y No Conformes (%)	Caja china: 75%, 25% Artesanías metálicas: 90%, 10%
		Eficiencia Económica	Rentabilidad (S/.)	0.71 céntimos
		Eficiencia Física	Aprovechamiento de MP (%)	Caja china: 66 % Artesanías metálicas: 67%
		Tiempo	Tiempo promedio (horas)	Caja china: 27.09 Artesanías metálicas: 10.28
		Costos	Gastos Generales (S/)	S/ 426,832.37

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

### 3.6. Diseño de mejora de la variable Lean Manufacturing

#### 3.6.1. Diseño de mejora de la dimensión Layout

La herramienta Layout permitirá tener un mejor aprovechamiento del espacio, un mejor transporte de la materia prima además de también se tendrá un proceso productivo simple y controlado, por lo tanto, también se eliminarán procesos que no agreguen valor al producto, para esto se utilizará el Método de Hexágonos.

- **Método de Hexágonos**

**1° Las producciones ajustadas para cada producto son:**

**Tabla 23**

*Productos*

<b>Producto A: Artesanías Metálicas</b>	200 unidades/mes
<b>Producto B: Cajas Chinas</b>	12 unidades/mes
<b>TOTAL</b>	212 unidades/mes

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

**2° Las estaciones de trabajo son:**

1. Almacén
2. Plegado de planchas
3. Máquina plasma
4. Insertar Pernos
5. Cortado de la plancha
6. Armado e insertado de ángulos
7. Pintado y secado
8. Elaboración y Ensamble de Manijas
9. Elaboración de plancha de carbonato.

**3° Seleccionar los productos base:**

$$A = 200/212 = 94.34\%$$

$$B = 12/212 = 5.66\%$$

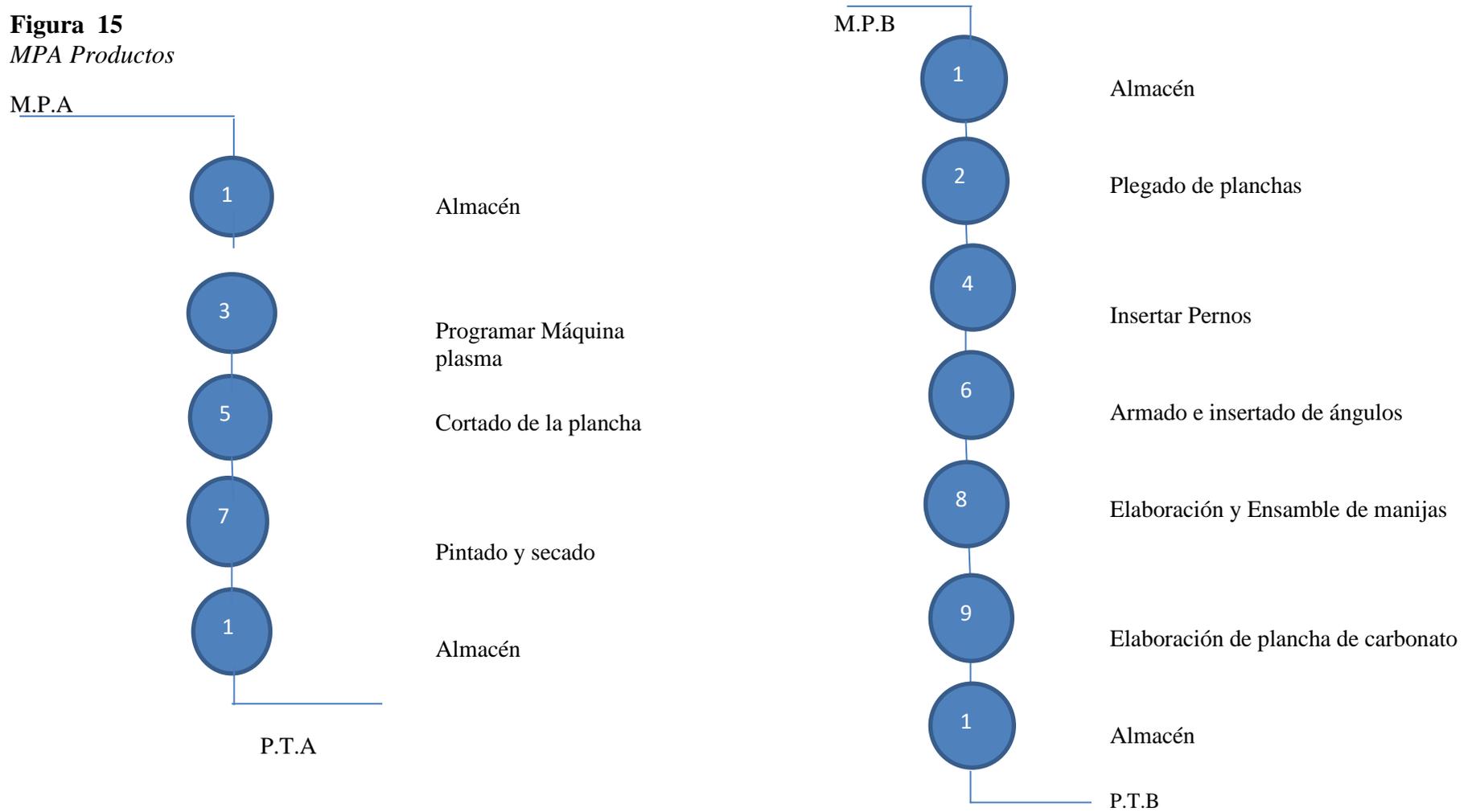
**4° Los productos seleccionados son:**

$$\text{Artesanías Metálicas} = 94.34\%$$

$$\text{Cajas Chinas} = 5.66\%$$

5° Generar el cuadro de doble entrada.

**Figura 15**  
*MPA Productos*



**6° Cuadro de doble entrada para:**

Aa = 94.34 %

**Tabla 24**

*Doble Entrada Aa*

de a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-		1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	-	0	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	-	0	1	0	0	0
6	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	-	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Fuente: Elaborada por los investigadores

Ab = 5.66 %

**Tabla 25**

*Doble Entrada Ab*

de b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	-	0	1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	-	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	-	0	1	0	0
7	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	-	1	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	-	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Fuente: Elaborada por los investigadores

**7° Elaborar las matrices triangulares.**

Aa = 94.34 %

**Tabla 26**  
*Matriz Aa*

1																						
	0																					
		1																				
			0																			
				1																		
					0																	
						1																
							0															
								1														
									0													
										1												
											0											
												1										
														0								
															1							
																0						
																	1					
																		0				
																			1			
																				0		
																					1	
																						0

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

Ab = 5.66 %

**Tabla 27**  
*Matriz Ab*

1	1																			
2		0																		
3			1																	
4				0																
5					1															1
6						0														
7							1													
8								0												
9									1											
10										0										

Fuente: Elaborada por los investigadores

**8° Generar el matriz resumen.**

**Tabla 28**

*Matriz Resumen*

$Z_{13} = 1 * 0.9434 + 0 * 0.0566 = 0.9434$
$Z_{35} = 1 * 0.9434 + 0 * 0.0566 = 0.9434$
$Z_{57} = 1 * 0.9434 + 0 * 0.0566 = 0.9434$
$Z_{12} = 0 * 0.9434 + 1 * 0.0566 = 0.0566$
$Z_{24} = 0 * 0.9434 + 1 * 0.0566 = 0.0566$
$Z_{46} = 0 * 0.9434 + 1 * 0.0566 = 0.0566$
$Z_{68} = 0 * 0.9434 + 1 * 0.0566 = 0.0566$
$Z_{89} = 0 * 0.9434 + 1 * 0.0566 = 0.0566$
$Z_{17} = 1 * 0.9434 + 0 * 0.0566 = 0.9434$
$Z_{19} = 0 * 0.9434 + 1 * 0.0566 = 0.0566$

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

**9° Ubicar estos valores en un matriz triangular.**

**Tabla 29**

*Matriz Triangular*

1										
2	0.0566									
3	0	0.9434								
4	0	0.0566	0							
5	0	0.9434	0	0						
6	0	0.0566	0	0	0					
7	0	0.9434	0	0	0	0.9434				
8	0	0.0566	0	0	0	0	0			
9	0	0.9434	0	0	0	0	0	0.0566		
10	0	0.0566	0	0	0	0	0	0	0	

**10° Priorizando el matriz resumen, se ordena de mayor a menor.**

**Tabla 30**

*Matriz de menor a mayor*

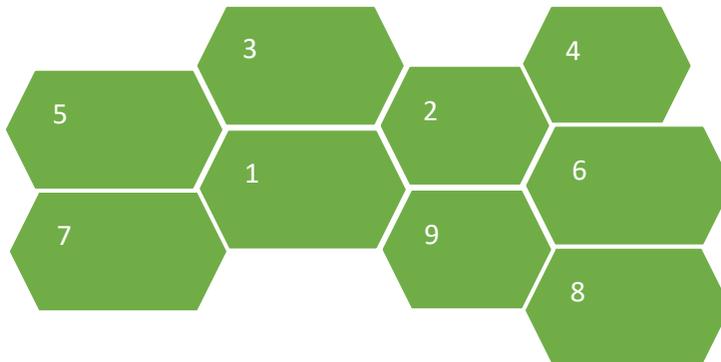
(1-3) = 0.9434	(1-9) = 0.0566	(2-7)=0	(3-10)=0	(5-10)=0
(3-5) = 0.9434	(1-4) = 0	(2-8)=0	(4-5)=0	(6-7)=0
(5-7) = 0.9434	(1-5) = 0	(2-9)=0	(4-7)=0	(6-9)=0
(1-7) = 0.9434	(1-6) = 0	(2-10)=0	(4-8)=0	(6-10)=0
(1-2) = 0.0566	(1-8)=0	(3-4)=0	(4-9)=0	(7-8)=0
(2-4) = 0.0566	(1-10)=0	(3-6)=0	(4-10)=0	(7-9)=0
(4-6) = 0.0566	(2-3)=0	(3-7)=0	(5-6)=0	(7-10)=0
(6-8) = 0.0566	(2-5)=0	(3-8)=0	(5-8)=0	(8-10)=0
(8-9) = 0.0566	(2-6)=0	(3-9)=0	(5-9)=0	(9-10)=0

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

**11° Dibujar los hexágonos.**

**Figura 16**

*Dibujo de hexágonos*

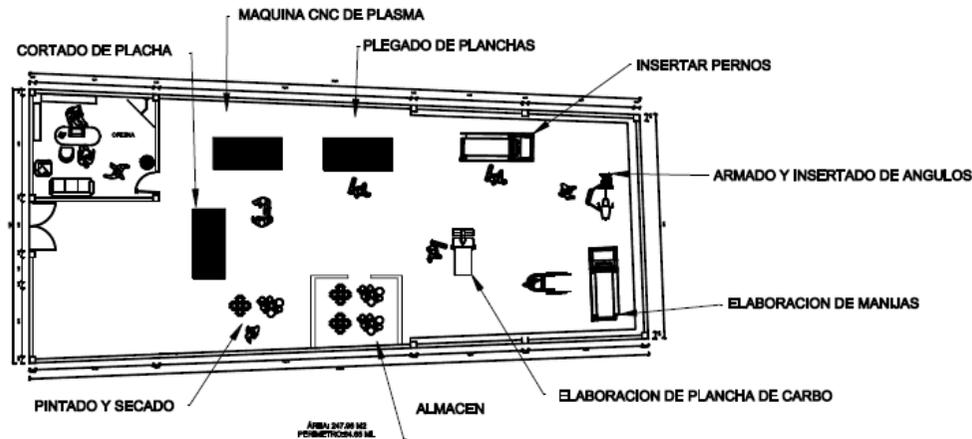


**Fuente: Elaborado por los investigadores**

## 12° Diseñar en AutoCAD.

### Ilustración 23

#### *Distribución de planta mejorada*



Se ha hecho una modificación en la ubicación de las estaciones de trabajo, cada una de ellas tiene una ubicación diferente a como se encontraban al principio, con la finalidad de disminuir el tiempo de producción, acortando los tiempos de transporte de las piezas entre área y otra, evitando tiempos muertos.

- Máquina cortadora distancia de 5 metros de la máquina plegadora. (Caja china)
- Máquina CNC plasma se encuentra a una distancia de 3 metros del almacén. (Artesanías metálicas).

### 3.6.2. *Diseño de mejora de la dimensión Jidoka*

La herramienta consta de 5 pasos que se utilizarán para determinar y corregir las máquinas, las cuales son;

- 1) **Localización de la anomalía:** Momento en el que el operario identificará el problema que tienen las máquinas.
- 2) **Detención de la operación:** La operación es detenida por el operario, evitando se produzcan más unidades defectuosas.
- 3) **Emisión de la alerta:** El operario encargado informa a toda el área de producción sobre las anomalías que presentan las máquinas.
- 4) **Acciones sintomáticas soluciones rápidas:** Implementan soluciones que ataquen las anomalías y continúen con la operación.
- 5) **Evento Kaizen:** Con el cuál se espera poder corregir el problema, eliminando sus causas, para esto se utilizará el Método de las 8D'S (Método de las ocho fases).

- **MÉTODO DE LAS 8D'S**

Es una metodología sistematizada para corregir los problemas que se generan en los procesos es decir en las máquinas involucradas en estos. Cuenta con 8 fases como su nombre lo dice, que son;

- 1) **Formación del equipo de trabajo:** Los problemas principales se deben a fallos y a la falta de mantenimiento de las máquinas, por lo que se reclutará a conocedores sobre el funcionamiento de cada una de ellas (Cortadora, CMC Plasma y Plegadora). En este caso serían los mis operarios de éstas, y técnicos expertos en mantenimiento de ese tipo de máquinas.
- 2) **Definir el problema:** El problema se define como “Falta de mantenimiento de las máquinas involucradas en los procesos productivos de la empresa BAUR METALMIN SAC”.

3) **Implementar acciones de contención:** Primero se deben revisar los mantenimientos previos realizados, para saber que sistemas, equipos y repuestos se utilizaron y en qué fecha se hicieron, luego consultar los manuales de los equipos, escoger el tipo de mantenimiento a realizar y planificarlo.

4) **Identificar y verificar la causa raíz:**

- **MÁQUINA DE CNC PLASMA**

**Disponibilidad**

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ productivo}{Tiempo\ disponible} * 100\%$$

Ecuación 33 Disponibilidad CNC Plasma

$$Disponibilidad = \frac{123\ horas}{128\ horas} * 100\% = 96.09\%$$

**Eficiencia**

$$Eficiencia = \frac{Produccion\ Real}{Capacidad\ Producida} * 100\%$$

Ecuación 34 Eficiencia CNC Plasma

$$Eficiencia = \frac{83\ horas}{123\ horas} * 100\% = 67.47\%$$

**Calidad**

$$Calidad = \frac{Piezas\ Buenas}{Produccion\ Real} * 100\%$$

Ecuación 35 Calidad CNC Plasma

$$Calidad = \frac{180\ piezas}{200\ piezas} * 100\% = 90\%$$

$$OEE (Eficiencia\ Fisica\ de\ las\ Maquinas) = 96.09\% * 67.47\% * 90\% = 58.34\%$$

Ecuación 36 OEE CNC Plasma

- **PLEGADORA**

**Disponibilidad**

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ productivo}{Tiempo\ disponible} * 100\%$$

Ecuación 37 Disponibilidad Plegadora

$$Disponibilidad = \frac{160\ horas}{164\ horas} * 100\% = 97.56\%$$

### Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{Produccion\ Real}{Capacidad\ Producida} * 100\%$$

Ecuación 38 Eficiencia Plegadora

$$Eficiencia = \frac{86\ horas}{160\ horas} * 100\% = 53.75\%$$

### Calidad

$$Calidad = \frac{Piezas\ Buenas}{Produccion\ Real} * 100\%$$

Ecuación 39 Calidad Plegadora

$$Calidad = \frac{9}{12\ piezas} * 100\% = 75\%$$

$$OEE\ (Eficiencia\ Fisica\ de\ las\ Maquinas) = 97.56\% * 53.75\% * 75\% = 39.33\%$$

Ecuación 40 OEE Plegadora

- CORTADORA

### Disponibilidad

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ productivo}{Tiempo\ disponible} * 100\%$$

Ecuación 41 Disponibilidad Cortadora

$$Disponibilidad = \frac{160\ horas}{164\ horas} * 100\% = 97.56\%$$

### Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{Produccion\ Real}{Capacidad\ Producida} * 100\%$$

Ecuación 42 Eficiencia Cortadora

$$Eficiencia = \frac{86\ horas}{160\ horas} * 100\% = 53.75\%$$

### Calidad

$$Calidad = \frac{Piezas\ Buenas}{Produccion\ Real} * 100\%$$

Ecuación 43 Calidad Cortadora

$$Calidad = \frac{9\ piezas}{12\ piezas} * 100\% = 75\%$$

$$OEE \text{ (Eficiencia Física de las Maquinas)} = 97.56\% * 53.75\% * 75\% = 39.33\%$$

Ecuación 44 OEE Cortadora

### Ilustración 24

Cuadro de valores de World Class General

OEE	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
< 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
≥85% <95%	Buena	Entra en Valores World Class. Buena competitividad
≥95%	Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad

De acuerdo los resultados obtenidos en el OEE, se identifica que las 3 máquinas están debajo de la clasificación inaceptable que es como un mínimo el 65%, teniendo muy baja competitividad; esto se debe a la falta de mantenimiento que se les brinda.

- 5) **Determinar acciones correctivas permanentes:** Se buscará reducir la tasa de fallo de las 3 máquinas por medio de un mantenimiento correctivo, para lo que es necesario establecer una secuencia de eventos que ocurren desde que se detecta el problema hasta que esté totalmente resuelto. Se establece un sistema de prioridades que determine en qué orden se irán resolviendo los problemas pendientes. Se escoge esto ya que todas las máquinas carecen de mantenimiento, lo que ha ido generando fallas en los productos terminados.
- 6) **Implementar soluciones permanentes:** Debido a que se requiere un mantenimiento correctivo para todas las máquinas, el área de producción se deberá encargar de la implementación de los pasos necesarios para este mantenimiento. Además, estos cambios serán debidamente verificados previo a la implementación permanente.

**7) Evitar que el problema se repita:** Para evitar los problemas en las máquinas, evitando micro paradas las que generan mayor tiempo de producción de deberá realizar el mantenimiento correctivo de las 3 máquinas por cada mes de producción. Tomando muestras que demuestren que la solución está haciendo efecto.

**8) Reconocer los esfuerzos del equipo:** Se documentan los análisis y acciones del equipo de trabajo para eventos posteriores. El líder del 8D reconoce los esfuerzos del equipo y se da por concluido el objetivo del equipo.

Se deberán seguir formatos de seguimiento y se harán constantes evaluaciones a cada uno de los trabajadores para controlar los conocimientos que tienen sobre las competencias que deben cumplir y la normativa que tiene la empresa; de acuerdo a los resultados cada uno llevará una capacitación para mejorar el punto más bajo. En la siguiente página se aprecia cada uno de los formatos.

**Figura 17**  
*Seguimiento*

SEGUIMIENTO QRQC				D1- Descripción del problema	Pieza defectuosa? Problema?		D2- Riesgos en productos y procesos similares	
EQUIPO:		Fecha apertura:			Dónde por quién y cómo ha sido detectado?			
PASOS		Fecha Reuniones			Dónde por quién y cómo ha sido creado?			
		REVISIÓN						
D1 A D3								
D4 A D5								
D6 A D8								
D3- Acciones de contención				D1- Cuándo y cuantos? + Objetivo D7- Seguimiento				
Acción	Piloto	Fecha	Chequeo por					
D4 – Causas de No detección	Factor			Punto de control	Standard		Factor validado?	
D5 – Causas probables de creación								
D4&D5 – 5PQ	Por qué?	V	Por qué?	V	Por qué?	V	Por qué?	V
D6 – Plan de acciones correctivas				D8 – Lecciones aprendidas				
Acción	Responsable	Fecha	Check	Acción	Responsable	Fecha		

De acuerdo con (Gómez, 2012) el formato de evaluación con respecto al desempeño de  
trabajadores sería el siguiente:

**Figura 18**  
*Evaluación de desempeño*

		EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO		CODIFICACION
				Página _ de _
NOMBRE DEL EMPLEADO:				
PUESTO:		JEFE DE CONTROL DE CALIDAD		
FECHA DE LA EVALUACIÓN:				
<b>OBJETIVO:</b> DETENCION DE NECESIDADES DE CAPACITACION (DNC)				
<b>INSTRUCCIONES:</b> LA EVALUACIÓN CUENTA CON UN MINIMO DE 10 Y UN MAXIMO DE 15 PREGUNTAS POR SECCION. MARQUE CON UNA "X" EN SI o NO, HAGA OBSERVACIONES CUANDO LO CONSIDERE NECESARIO Y EN CASO DE NO HACER COMENTARIOS CRUCE EL ESPACIO CON UNA DIAGONAL. CON MAS DE DOS RESPUESTAS NEGATIVAS POR SECCION, SE PROGRAMARA PARA CAPACITACION				
		SI	NO	OBSERVACIONES
<b>SECCION 1: COMPETENCIA</b>				
1	TIENE ELABORADO EL PROGRAMA DE AUDITORIAS?			
2	TIENE PLANIFICADAS LAS REVISIONES POR LA DIRECCION?			
3	TIENE PLANIFICADO EL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS?			
4	MANTIENE EN ORDEN LA CARPETA DE REGISTROS?			
5	TIENE ELABORADOS LOS RESPALDOS MENSUALES DEL SERVIDOR?			
6	MANTIENE RESGUARDADOS LOS DOCUMENTOS ORIGINALES DEL SGC?			
7	MANTIENE ACTUALIZADA LA LISTA MAESTRA DE DOCUMENTOS Y REGISTROS?			
8	MANTIENE LOS REGISTROS DE LAS AUDITORIAS?			
9	MANTIENE ACTUALIZADA LA COPIA CONTROLA EN RED?			
10	MANTIENE EVIDENCIA DE LAS REVISIONES POR LA DIRECCION?			
<b>SECCION 2: CONOCIMIENTO EN NORMATIVIDAD Y REGLAMENTOS</b>				
1	SABE EN QUE NORMA(S) ESTA CERTIFICADA LA EMPRESA?			
2	CONOCE LA POLITICA DE LA EMPRESA?			
3	CONOCE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DE LA EMPRESA?			
4	SABE CUALES SON LOS PUNTOS QUE MENCIONA EL CÓDIGO DE ÉTICA?			
5	SABE CUAL ES LA NORMA QUE ESTABLECE LAS DIRECTRICES PARA LA MEJORA DEL DESEMPEÑO?			
6	SABE CUAL ES LA NORMA QUE ESTABLECE LOS FUNDAMENTOS Y VOCABULARIO DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD?			
7	SABE CUAL ES LA NORMA QUE ESTABLECE LAS DIRECTRICES PARA LA AUDITORIA DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD Y/O AMBIENTAL?			
8	SABE CUAL ES LA NORMA QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE GESTION DE CALIDAD?			
9	QUE CLASIFICACION TIENE LA EMPRESA DE ACUERDO A LA NORMA 442?			
10	SABE QUE ESTABLECE LA CLAUSULA 7.4 DE LA NORMA ISO 9001:2008?			
Comentarios del Empleado		Comentarios del Evaluador		
Nombre y Firma del Empleado		Nombre y Firma del Evaluador		

### 3.6.3. *Diseño de mejora de la dimensión SMED*

Esta herramienta consta de 5 etapas, que son:

#### 1. **Analizar las actividades:**

Identificación de Operaciones para la elaboración de “Caja China y Artesanías Metálicas”.

**Tabla 31**

*Descripción de Actividades*

N°	Descripción de la Actividad
1	Plegado de Plancha
2	Dibujar Figura en AutoCad
3	Pasar Plano a Fas Cam
4	Programar plano en la maquina plasma
5	Cortado de la plancha

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

#### 2. **Separación de los ajustes internos y externos**

**Tabla 32**

*Ajustes internos*

Ajustes internos
Dibujar Figura en Auto Cad
Pasar Plano a Fas Cam

**Tabla 33**

*Ajustes externos*

Ajustes externos
Plegado de Plancha
Programar plano en la maquina plasma
Cortado de la plancha

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

### 3. Organizar las actividades externas.

- Tener unos planos de base de las artesanías metálicas en AutoCAD, en cual solo se cambien metrados, en ese caso se evitaría volver a diseñar cada uno de ellos.
- Sacar conjuntos de artesanías de 10 en 10, para que uno de los operarios vaya pintando mientras se realizan las otras actividades.

### 4. Convertir lo interno en externo y reducir los tiempos de las actividades internas.

**Tabla 34**  
*Cuadro SMED mejora*

	Descripción de la Actividad	Tiempo de preparación
Act. externa	Plegado de Plancha	8 min
Interna a externa	Dibujar Figura en Auto Cad	30 seg
Interna a externa	Pasar Plano a Fas Cam	7 min
Act. Externa	Programar plano en la Máquina Plasma	5 min
Act. Externa	Cortado de la plancha	10 min
	TOTAL	30 min, 8s

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

De acuerdo a un diseño de diagrama hombre – máquina, se podrá observar las secuencias seguidas para las actividades en las que interviene tanto la mano del operario como las máquinas; además se podrá distinguir el tiempo en que una máquina esta parada.

- **Caja China**

**Figura 19**
*Diagrama hombre - máquina de caja china*

<b>DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA (MEJORA CAJA CHINA )</b>						
<b>OPERACIÓN:</b>	<b>Procesos de Fabricación de Caja China</b>					
<b>MÁQUINA:</b>	<b>Plegadora / Cortadora</b>					
<b>FECHA:</b>						
<b>REALIZADO POR:</b>						
<b>APROBADO POR:</b>						
<b>OPERARIO</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>PLEGADORA</b>	<b>CORTADORA</b>			
Plegado de Planchas	1	PLEGADO	Tiempo Muerto			
	2					
Insertar Pernos	1	Tiempo Muerto		Tiempo Muerto		
Armado e Insertado de ángulos	0.20	Tiempo Muerto		Cortado de Plancha		
	0.40	Plegado de Plancha		Tiempo Muerto		
	1	Tiempo Muerto		Tiempo Muerto		
Elaboración e Ensamble de Manijas	1	Tiempo Muerto		Corte de Plancha		
	2	Plegado de Plancha (Elaboración de manijas)		Tiempo Muerto		
Elaboración de Plancha	1			Cortado de la Plancha		
	2	Plegado de la Plancha				

- Artesanías Metálicas

**Figura 20**

*Diagrama hombre - máquina de artesanías metálicas*

DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA (MEJORA ARTESANIAS METALICAS)					
<b>OPERACIÓN:</b>		<b>Procesos de Artesanías Metálicas</b>			
<b>MÁQUINA:</b>		<b>CNC de Plasma</b>			
<b>FECHA:</b>					
<b>REALIZADO POR:</b>					
<b>APROBADO POR:</b>					
OPERARIO		TIEMPO	LAPTOP	CNC de Plasma	
Dibujar Figura en Auto CAD	1	Diseño de la Figura	Tiempo Muerto		
	2				
Pasar Plano a Fas Cam	1	Pasar plano a Fas Cam	Tiempo Muerto		
Programar plano en la maquina CNC de Plasma	0.1	Tiempo Muerto	Cargar plano en Tablero		
Corte de la Plancha	1	Tiempo Muerto	Corte de la Plancha		
	2				
Pintado y Secado	1	Tiempo Muerto	Pintado y Secado		

## 5. Realizar seguimiento

Se dará un seguimiento a través del uso de un check list que indique si los cambios efectuados están haciendo un buen efecto en el proceso productivo; además se hará una lista de chequeo a cada máquina.

**Figura 21**  
*Control de Calidad*

	<b>CONTROL DE CALIDAD DE PROCESO</b>			Control y Calidad
Nombre:		Firma del responsable del Chequeo:		
<b>Nombre del Proceso "Caja China"</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Maquinaria y Equipos</b>	<b>Observaciones</b>
Plegado de Planchas				
Insertar Pernos				
Armado y insertado de ángulos				
Elaboración y ensamble de manijas				
Elaboración de plancha de carbonato				
Cable de grampa a tierra en buen estado				

**Figura 22**  
*Lista de Chequeo*

	<b>LISTA DE CHEQUEO DE MAQUINAS</b>	Código: <del>xxxxxxxxxxx</del>
		Versión: <del>xxxxxx</del>
		Fecha: <del>xx/xx/xxxx</del>
		Página 1 de 1

Realizado por:	Firma del responsable del Chequeo:
Cargo:	

Fecha:	Sección:	Ciudad:
--------	----------	---------

Marque con x el estado	C = Conforme	NC = No conforme	NA = No aplica
------------------------	--------------	------------------	----------------

Descripción	C	NC	NA	Observaciones
Protección completa del equipo y en buenas condiciones				
Ventiladores y filtros del motor en buen estado				
Enchufe en buen estado				
Fusible en estados sin intervención				
Porta electrodo en buen estado				
Cable de almacenamiento en buen estado				
Cable de grampa a tierra en buen estado				
Cable de porta electrodo en buen estado				
Terminal de soldar en buen estado				
Interruptor de encendido en buenas condiciones				
Indicador de corriente en buen estado				
Mando de control en buen estado				
Tablero de control en buen estado				
Se están utilizando los elementos de protección personales apropiados.				
Base de la Maquina CNC limpia				

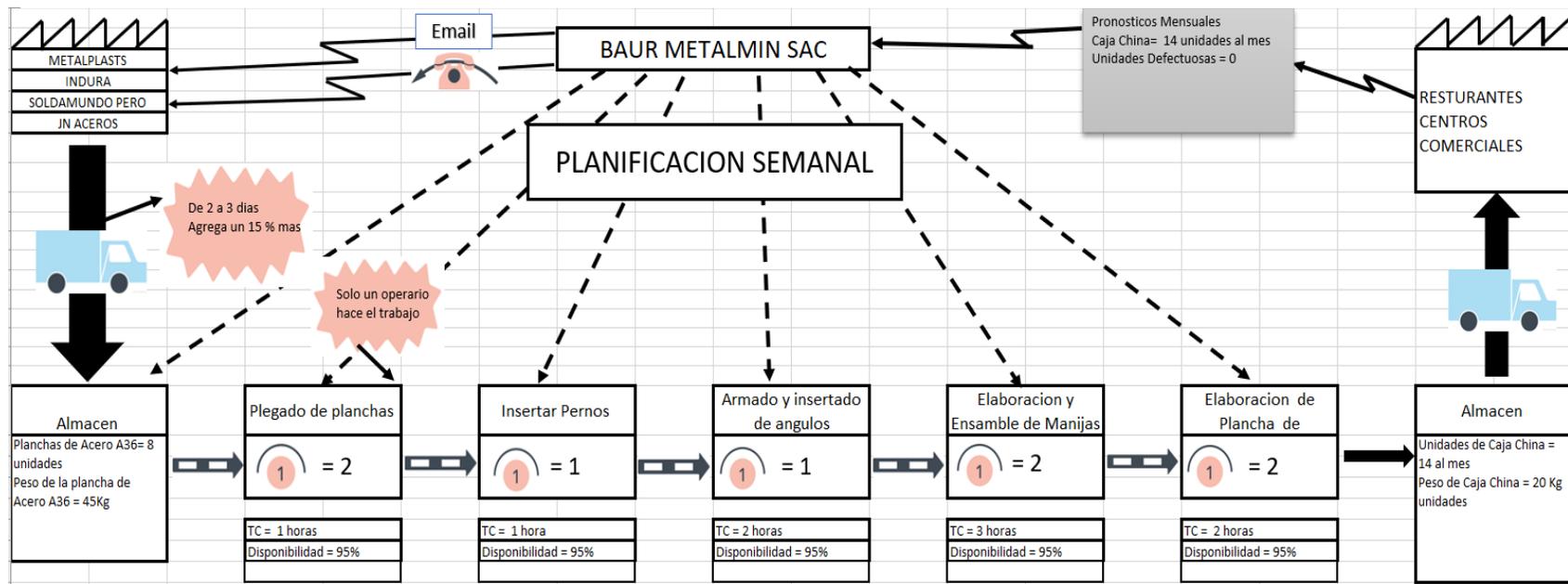
### 3.6.4. Diseño de mejora de la dimensión VSM

- **VSM Futuro Caja China**

Anteriormente se ha presentado un Vsm Actual. Sin embargo el VSM futuro sufre modificaciones en el cual se han reducido los tiempos de los procesos que tenían mayor duración como el proceso de “Plegado de plancha” que duraba entre 1 a 2 días de trabajo a 5 horas como también el proceso de “Elaboración y ensamble de manijas” que duraba entre 1 día de trabajo a 5 horas, esta reducción de dio gracias al mantenimiento de las maquinas además también se implanto otro operador que ayude a agilizar las actividades, la producción aumento en un 20 % así como también la entrada de materia prima.

#### Ilustración 25

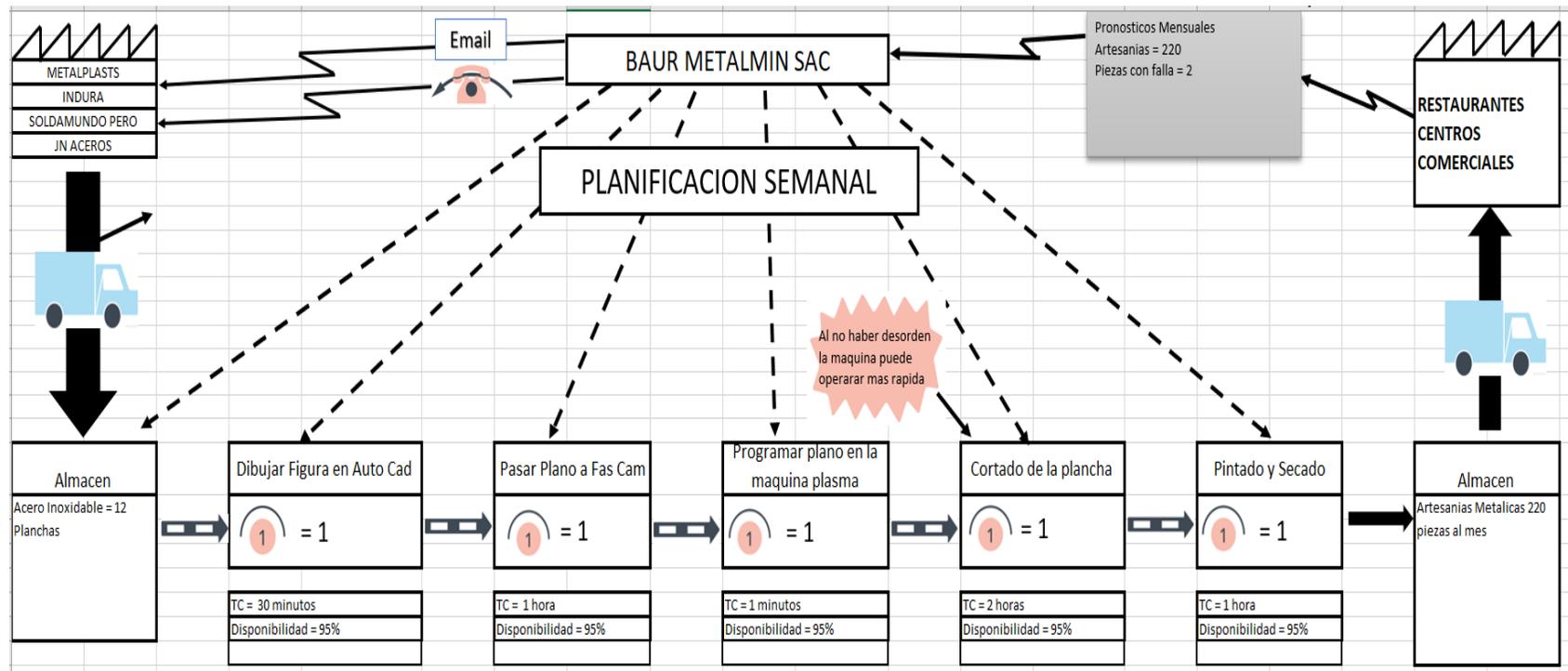
VSM Mejorado caja china



• **VSM FUTURO ARTESANÍAS METÁLICAS**

Anteriormente se ha presentado un Vsm Actual. Sim embargo el VSM futuro sufre modificaciones en el cual se han reducido los tiempos de los procesos que tenían mayor duración como el proceso como “El corte de la plancha”, que tenía una duración de 2 a 20 horas de trabajo además con el implemento del mantenimiento a la Maquina CNC PLASMA este tiempo se ha reducido a 5 horas, la producción aumento en un 20 % así como también la entrada de materia prima.

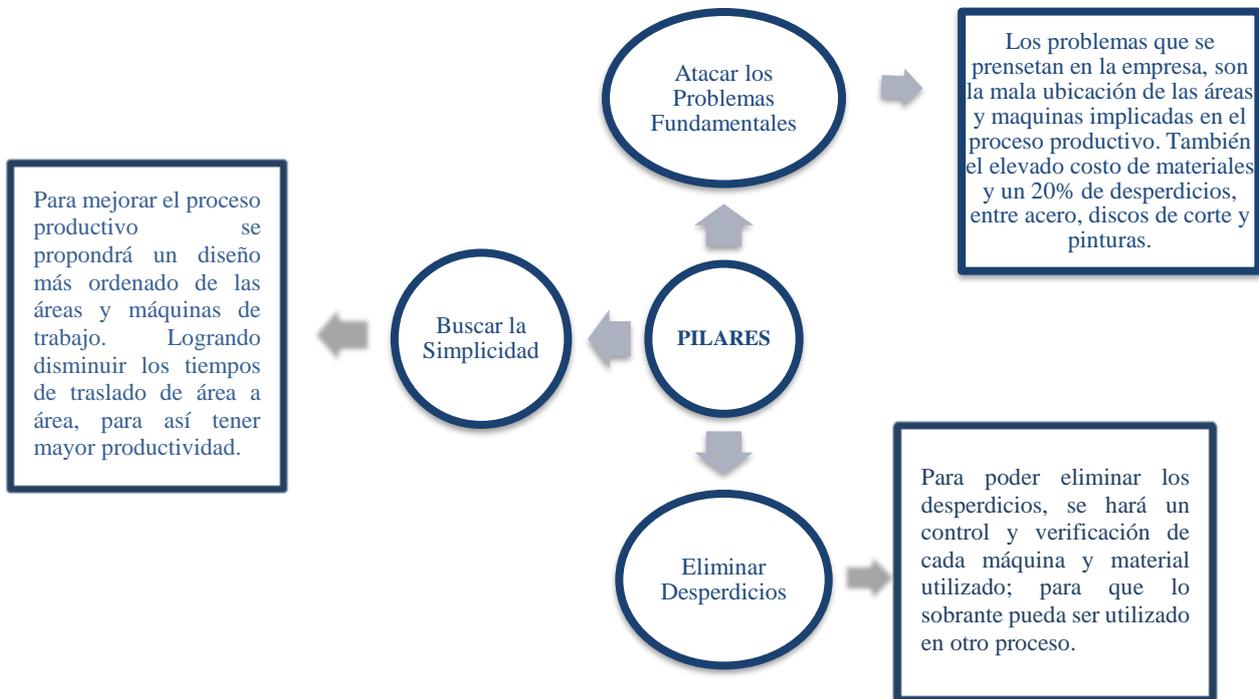
**Ilustración 26**  
*VSM Mejorado Artesanías Metálicas*



### 3.6.5. Diseño de mejora de la dimensión Just in Time

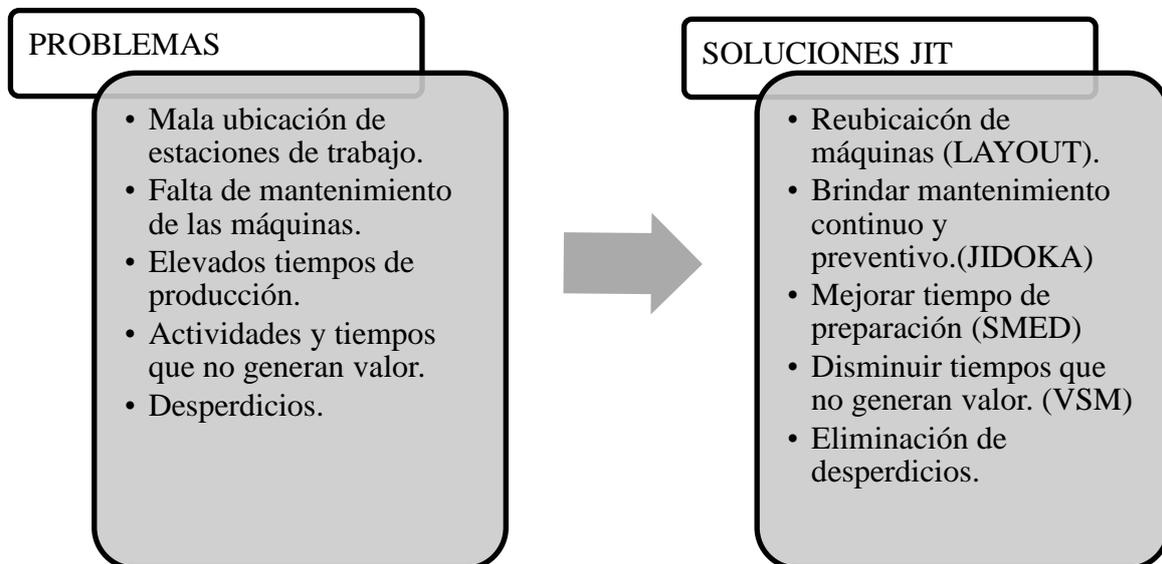
**Figura 23**

*Pilares del Just In Time*



**Figura 24**

*Problemas y soluciones JIT*



Se hará una mejor distribución de las maquinas involucradas en los procesos productivos, así disminuyendo los tiempos muertos y los tiempos que se generan al transportar las pizzas de una maquina a otra. Además, se mejorará la eficiencia y calidad de las máquinas.

- Se empezará con la herramienta del **LAYOUT**, para lo que se utilizará el “Método de los hexágonos”, con la finalidad de darle una mejor distribución al área de producción, para así poder disminuir los tiempos de producción, eliminando tiempos de demora en transporte de piezas entre áreas. Se muestra en la **Ilustración N°24**.
- Seguidamente se utilizará la herramienta JIDOKA, con el objetivo de poder mejorar la eficiencia de las máquinas; dándoles un mantenimiento correctivo al mes, se puede llegar a eso con el uso de el “Método de las 8D’s”.
- Luego con el uso de la herramienta del SMED se logrará disminuir los tiempos de preparación de los procesos en general, además de ver los tiempos que usan los trabajadores y las máquinas, a través de diagramas-hombre máquina.
- Se usa el VSM; en el cual se indica la mejora que se hará en la distribución de planta, además de la disminución de tiempos que no generan valor al procedimiento.
- Por último con el diseño de todas las herramientas, teniendo un mantenimiento continuo de las máquinas, y brindándoles capacitaciones a los trabajadores, se logrará eliminar los desperdicios que generaba la empresa.

Además, se hará una implementación de un formato Kanban, que sirve para controlar y gestionar los trabajos de producción, y así se puedan entregar justo a tiempo. Así mismo, se asignará un supervisor que lleve a cabo todos los formatos de control, observaciones y supervisión, se hará la elección a través de la evaluación de desempeño, y el operario que tenga mayor puntaje será el encargado de realizar dicho trabajo.

**Figura 25**  
*Formato Kanban*

		Supervisor:	Fecha:
<b>Método Kanban</b>			
Para hacer	En proceso		Hecho
	Trabajándose	A la espera	

### 3.7. Diseño de mejora de la variable Productividad

#### 3.7.1. Diseño de mejora de la dimensión OEE

El OEE o Eficiencia General de los Equipos es un indicador que será utilizado para poder identificar el rendimiento o eficiencia productiva de las máquinas implicadas en los procesos productivos de la empresa, las cuales tienen muchos defectos y provocan desperdicios al momento de funcionar.

**Fuente especificada no válida.**, propone utilizar las siguientes ecuaciones para calcular la disponibilidad, eficiencia, calidad y eficiencia física de máquinas o equipos.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} * 100\%$$

**Ecuación 45** Fórmula General de Mejora Disponibilidad CNC Plasma

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion Real}}{\text{Capacidad Producida}} * 100\%$$

**Ecuación 46** Fórmula General de Mejora Eficiencia CNC Plasma

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas Buenas}}{\text{Produccion Real}} * 100\%$$

**Ecuación 47** Fórmula General de Mejora Calidad CNC Plasma

$$\text{OEE (Eficiencia Fisica de las Maquinas)} = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{Calidad}$$

**Ecuación 48** Fórmula General de Mejora OEE CNC Plasma

- **Máquina CNC Plasma**

**Ilustración 27**

*OEE Mejora máquina CNC plasma*

Diagrama de Eficiencia Global de los Equipos ( CNC Plasma )					
<b>TIEMPO DE PRODUCCION PLANIFICADO = 224 Horas/ mes</b>					
Disponibilidad (97.82%)	<b>A</b>	<b>Tiempo Disponible = 184 horas / mes</b>		<b>Paradas Programadas</b>	
	<b>B</b>	<b>Tiempo de Produccion = 180 horas</b>		<b>Paradas Programadas</b>	
Eficiencia (96.66%)	<b>C</b>	<b>Capacidad productiva = 180 horas</b>		<b>5 horas</b> (tiempos de esperas)	
	<b>D</b>	<b>Tiempo de produccion efectivo = 174 horas</b>			
Calidad (99.90%)	<b>E</b>	<b>Produccion Total de Productos = 222 piezas</b>			<b>Micro paradas = 5 hora</b>
	<b>P</b>	<b>Productos Buenos = 220 piezas</b>	<b>Rechazado 2 piezas</b>		
				<b>Almuerzos o Capacitaciones 40 horas</b>	

$$\text{Disponibilidad} = \frac{180 \text{ horas}}{184 \text{ horas}} * 100\% = 97.82\%$$

**Ecuación 49** *Fórmula Mejora Disponibilidad CNC Plasma*

- Para encontrar la disponibilidad, tomando datos del cuadro, las horas de tiempo de producción al mes son 180 y las horas disponibles son 184 al mes; dando un porcentaje del 97.82%, lo que indica que la mejora que se aplicó ha mejorado la capacidad de las máquinas y aumentado la disponibilidad, porque antes no operaba la máquina los viernes y sábado, pero ahora con la mejora opera normalmente, además si el mantenimiento se aplica de manera continua el porcentaje de disponibilidad aumentaría en un periodo corto de tiempo.

$$\text{Eficiencia} = \frac{174 \text{ horas}}{180 \text{ horas}} * 100\% = 96.66\%$$

**Ecuación 50** *Fórmula Mejora Eficiencia CNC Plasma*

- Para hallar la eficiencia de cada máquina, como se muestra en la ilustración N° 28, se toman datos del tiempo de producción real y capacidad productiva, que son 180 y 174 horas respectivamente, dando un resultado del 96.66 %, lo que indica que el mantenimiento que se da a la máquina da buenos resultados, además si el mantenimiento se aplica de manera continua el porcentaje de disponibilidad aumentaría en un periodo corto de tiempo.

$$\text{Calidad} = \frac{220 \text{ piezas}}{222 \text{ piezas}} * 100\% = 99.90 \%$$

**Ecuación 51** *Fórmula Mejora Calidad CNC Plasma*

- Para encontrar la calidad se toman los datos de piezas buenas y producción real en unidades, las cuales son 222 y 220 respectivamente esto se debe a que con la mejora se ha podido tener una mejor producción aumentando más; que da un resultado de 99% indicando lo que indica que el mantenimiento que se da a la máquina da buenos resultados, ya que como se puede apreciar en la ilustración N°28 hay menos piezas que se desperdician.

$$OEE \text{ ( Eficiencia Física de las Maquinas)} = 97.82\% * 96.66\% * 99.90\% = 94.45\%$$

*Ecuación 52 Fórmula Mejora OEE CNC Plasma*

### **Ilustración 28**

*CUADRO WORLD CLASS Mejora CNC Plasma*

OEE	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
< 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
≥85% <95%	Buena	Entra en Valores World Class. Buena competitividad
≥95%	Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad

- Podemos observar que el OEE es de 94.45% lo cual según a la tabla establecida por los valores World Class la empresa se encuentra por en buen estado y tiene un grado de competitividad mejor que antes, además si el plan de mejora se sigue aplicando de manera correcta la empresa llegaría a un porcentaje mayor de 95% lo cual sería bueno.

**Tabla 35***Cuadro Explicativo CNCC Plasma Mejora*

	<b>Formula o Especificaciones</b>	<b>Datos</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Tiempo Planificado de producción</b>	Tiempo de Producción / Tiempo Disponible	224 horas al mes	Son 55 horas que trabajan a la semana 10 horas por día y 5 horas el sábado luego lo multiplicamos por 4 para saber la cantidad de horas al mes
<b>Paradas programadas</b>	Horas totales a la semana * semanas al mes	10 * 4 = 40 horas	2 horas por almuerzo, ahora que se implementó la mejora como el mantenimiento a las maquinas no maquina estará operativa viernes.
<b>Tiempo Disponible</b>	Tiempo planificado – Paradas programadas	224 – 40 = 184	
<b>Paradas programadas del proceso</b>	Ver los tiempos muertos que hay en Vsm (value stream map) de Procesos de caja china	2 horas	Ahora con la mejora el proceso del proceso de cortado de plancha es de 2 horas
<b>Tiempo de Producción</b>	Tiempo Disponible – Paradas programadas del proceso	184 – 2 = 180	
<b>Capacidad Productiva</b>	Tiempo de Producción = Capacidad Productiva	180 = 180	
<b>Micro Paradas</b>	Horas en la cuales las maquinas han presentado problemas o paradas inesperadas	5 horas	Ahora con el mantenimiento la micro paradas serán menores reduciendo de manera considerable de 30 horas a 5 horas al mes.
<b>Tiempo de producción Efectivo</b>	Capacidad Productiva - Micro paradas	179 - 5 = 174	
<b>Producción total de los productos</b>	Cantidad de productos que se venden al mes contando también con los que fueron rechazados por imperfecciones	12*4= 200	Con la aplicación del mantenimiento a las máquinas y las capacitaciones se ha reducido la cantidad de piezas defectuosas
<b>Rechazados</b>	Piezas que fueron rechazadas por imperfecciones	1	Piezas son rechazadas por algunas fallas que se dan, si el plan de mejora se sigue aplicando de manera continua el número de piezas defectuosas llegara a 0.
<b>Productos buenos</b>	Productos que salieron bien, sin ningún problema	220	

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

- **Máquina Plegadora**

**Ilustración 29 OEE**

*Mejora máquina plegadora*

**Diagrama de Eficiencia Global de los Equipos ( Plegadora )**

**TIEMPO DE PRODUCCION PLANIFICADO = 224 Horas/ mes**

Disponibilidad	<b>A</b>	<b>Tiempo Disponible = 164 horas / mes</b>		<b>Paradas Programadas</b>	
(96.95%)	<b>B</b>	<b>Tiempo de Produccion = 159 horas</b>		<b>Paradas Programadas</b>	<b>Almuerzos o Capacitaciones 60 horas</b>
Eficiencia (96.85%)	<b>C</b>	<b>Capacidad productiva = 159 horas</b>		<b>5 horas (tiempos de esperas)</b>	
	<b>D</b>	<b>Tiempo de produccion efectivo = 154 horas</b>			
Calidad (100%)	<b>E</b>	<b>Produccion Total de Productos = 14 piezas</b>			
	<b>P</b>	<b>Productos Buenos = 14 pie</b>	<b>Rechazado 0 piezas</b>		

$$\text{Disponibilidad} = \frac{159 \text{ horas}}{164 \text{ horas}} * 100\% = 96.95\%$$

**Ecuación 53** *Fórmula de mejora disponibilidad plegadora*

- Para encontrar la disponibilidad, tomando datos del cuadro, las horas de tiempo de producción al mes son 159 y las horas disponibles son 164 al mes; dando un porcentaje del 96.95%, lo que nos indica que la máquina se encuentra disponible casi todo el tiempo, además el mantenimiento que se le da reduce las micro paradas o erros que podría tener la máquina.

$$\text{Eficiencia} = \frac{154 \text{ horas}}{159 \text{ horas}} * 100\% = 96.85\%$$

**Ecuación 54** *Fórmula de Mejora Eficiencia Plegadora*

- Para hallar la eficiencia de cada máquina, como se muestra en la ilustración N° 30, se toman datos del tiempo de producción real y capacidad productiva, que son 154 y 159 horas respectivamente, dando un resultado del 96.85%, lo que indica que la máquina opera en su máxima velocidad, esto debido al mantenimiento que se le da, lo cual reduce de manera considerable las micro paradas que son las fallas que tiene la máquina cuando está trabajando.

$$\text{Calidad} = \frac{14 \text{ piezas}}{14 \text{ piezas}} * 100\% = 100\%$$

**Ecuación 55** *Fórmula de Mejora Calidad Plegadora*

- Para encontrar la calidad se toman los datos de piezas buenas y producción real en unidades, las cuales son 14 y 14 respectivamente esto se debe a que con la mejora se ha poder una mejor producción aumentando más; que da un resultado de 100% indicando que es muy buena ya que como se puede apreciar en la ilustración N°30 son 1 piezas que se desperdician, esto debido al diferentes factores.

$$\text{OEE (Eficiencia Fisica de las Maquinas)} = 96.95\% * 96.85\% * 100\% = 93.89\%$$

**Ecuación 56** *Fórmula de Mejora OEE Plegadora*

### Ilustración 30

#### CUADRO WORLD CLASS Mejora Plegadora

OEE	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
< 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
≥85% <95%	Buena	Entra en Valores World Class. Buena competitividad
≥95%	Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad

- Podemos observar que el OEE es de 93.89% lo cual según a la tabla establecida por los valores World Class la empresa se encuentra por en buen estado y tiene un grado de competitividad mejor que antes, además si el plan de mejora se sigue aplicando de manera correcta la empresa llegaría a un porcentaje mayor de 95% lo cual sería bueno.

**Tabla 36***Cuadro Explicativo Mejora Plegadora*

	Formula o Especificaciones	Datos	Observaciones
Tiempo Planificado de producción	Tiempo de Producción / Tiempo Disponible	224 horas al mes	Son 55 horas que trabajan a la semana 10 horas por día y 5 horas el sábado luego lo multiplicamos por 4 para saber la cantidad de horas al mes
Paradas programadas	Horas totales a la semana * semanas al mes	15 * 4	2 horas por almuerzo, de lunes a viernes serian 10 y los sábados en la tarde no trabajan entonces serán 5 horas más por lo que da 15 horas en total
Tiempo Disponible	Tiempo planificado – Paradas programadas	224 – 60 = 164	
Paradas programadas del proceso	Ver los tiempos muertos que hay en Vsm (value stream map) de Procesos de caja china	3 horas	La aplicación de la mejora que consiste aplicar el mantenimiento a las máquinas y las capacitaciones a los trabajadores reduciría el proceso de Plegado
Tiempo de Producción	Tiempo Disponible – Paradas programadas del proceso	164 – 5 = 159	
Capacidad Productiva	Tiempo de Producción = Capacidad Productiva	159 = 159	
Micro Paradas	Horas en la cuales las maquinas han presentado problemas o paradas inesperadas	5 horas	Ahora con el mantenimiento la micro paradas serán menores reduciendo de manera considerable de 30 horas a 5 horas al mes.
Tiempo de producción Efectivo	Capacidad Productiva - Micro paradas	159 - 5 = 154	
Producción total de los productos	Cantidad de productos que se venden al mes contando también con los que fueron rechazados por imperfecciones	14	
Rechazados	Piezas que fueron rechazadas por imperfecciones	1	Con la aplicación del mantenimiento a las máquinas y las capacitaciones se ha reducido la cantidad de piezas defectuosas
Productos buenos	Productos que salieron bien, sin ningún problema	14	

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

• **Máquina Cortadora**

**Ilustración 31**

*OEE Mejora Máquina Cortadora*

**Diagrama de Eficiencia Global de los Equipos ( Cortadora)**

<b>TIEMPO DE PRODUCCION PLANIFICADO = 224 Horas/ mes</b>				
Disponibilidad (96.95%)	A	<b>Tiempo Disponible = 164 horas / mes</b>		<b>Paradas Programadas</b>
	B	<b>Tiempo de Produccion = 159 horas</b>		<b>5 horas</b> (tiempos de esperas)  <b>60 horas</b> Almuerzos o Capacitaciones
Eficiencia (96.85%)	C	<b>Capacidad productiva = 159 horas</b>		
	D	<b>Tiempo de produccion efectivo = 154 horas</b>		
Calidad (100%)	E	<b>Produccion Total de Productos = 14 piezas</b>		
	P	<b>Productos Buenos = 14 piezas</b>	<b>Rechazado 0 piezas</b>	

$$\text{Disponibilidad} = \frac{159 \text{ horas}}{164 \text{ horas}} * 100\% = 96.95\%$$

**Ecuación 57** *Fórmula de mejora disponibilidad cortadora*

- Para encontrar la disponibilidad, tomando datos del cuadro, las horas de tiempo de producción al mes son 159 y las horas disponibles son 164 al mes; dando un porcentaje del 96.95%, lo que indica que las maquinas se encuentran disponibles un 96.95%, es decir que está operativa y no tienen casi fallas.

$$\text{Eficiencia} = \frac{154 \text{ horas}}{159 \text{ horas}} * 100\% = 96.85\%$$

**Ecuación 58** *Fórmula de mejora eficiencia cortadora*

- Para hallar la eficiencia de cada máquina, como se muestra en la ilustración N° 32, se toman datos del tiempo de producción real y capacidad productiva, que son 154 y 159 horas respectivamente, dando un resultado del 96.85%, lo que indica que la máquina opera en su máxima velocidad, esto debido al mantenimiento que se le da, lo cual reduce de manera considerable las micro paradas que son las fallas que tiene la máquina cuando está trabajando.

$$\text{Calidad} = \frac{14 \text{ piezas}}{14 \text{ piezas}} * 100\% = 100\%$$

**Ecuación 59** *Fórmula mejora calidad cortadora*

- Para encontrar la calidad se toman los datos de piezas buenas y producción real en unidades, las cuales son 14 y 14 respectivamente; que da un resultado de 100% indicando que es muy buena ya que como se puede apreciar en la ilustración N°32 son 1 piezas que se desperdician, esto debido al diferentes factores.

$$\text{OEE (Eficiencia Física de las Maquinas)} = 96.95\% * 96.85\% * 100\% = 93.89\%$$

**Ecuación 60** *Fórmula de Mejora OEE Cortadora*

**Ilustración 32**  
*CUADRO WORLD CLASS Mejora Cortadora*

OEE	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
< 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
≥85% <95%	Buena	Entra en Valores World Class. Buena competitividad
≥95%	Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad

- Podemos observar que el OEE es de 93.89% lo cual según a la tabla establecida por los valores World Class la empresa se encuentra por en buen estado y tiene un grado de competitividad mejor que antes, además si el plan de mejora se sigue aplicando de manera correcta la empresa llegaría a un porcentaje mayor de 95% lo cual sería bueno.

**Tabla 37***Cuadro Explicativo Cortadora*

	<b>Formula o Especificaciones</b>	<b>Datos</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Tiempo Planificado de producción</b>	Tiempo de Producción / Tiempo Disponible	224 horas al mes	Son 55 horas que trabajan a la semana 10 horas por día y 5 horas el sábado luego lo multiplicamos por 4 para saber la cantidad de horas al mes
<b>Paradas programadas</b>	Horas totales a la semana * semanas al mes	15 * 4	2 horas por almuerzo, de lunes a viernes serian 10 y los sábados en la tarde no trabajan entonces serán 5 horas más por lo que da 15 horas en total
<b>Tiempo Disponible</b>	Tiempo planificado – Paradas programadas	224 – 60 = 164	
<b>Paradas programadas del proceso</b>	Ver los tiempos muertos que hay en Vsm (value stream map) de Procesos de caja china	5 horas	La aplicación de la mejora que consiste aplicar el mantenimiento a las máquinas y las capacitaciones a los trabajadores reduciría el proceso de Plegado
<b>Tiempo Producción de</b>	Tiempo Disponible – Paradas programadas del proceso	164 – 5 = 159	
<b>Capacidad Productiva</b>	Tiempo de Producción = Capacidad Productiva	159 = 159	
<b>Micro Paradas</b>	Horas en la cuales las maquinas han presentado problemas o paradas inesperadas	5 horas	Ahora con el mantenimiento la micro paradas serán menores reduciendo de manera considerable de 30 horas a 5 horas al mes.
<b>Tiempo de producción Efectivo</b>	Capacidad Productiva - Micro paradas	159 - 5 = 154	
<b>Producción total de los productos</b>	Cantidad de productos que se venden al mes contando también con los que fueron rechazados por imperfecciones		
<b>Rechazados</b>	Piezas que fueron rechazadas por imperfecciones	0	Con la aplicación del mantenimiento a las máquinas y las capacitaciones se ha reducido la cantidad de piezas defectuosas
<b>Productos buenos</b>	Productos que salieron bien, sin ningún problema	14	

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

### 3.7.2. *Diseño de la mejora de la dimensión Productividad de MO*

Según (Heizer & Render, 2004, pág. 14), la siguiente formula sirve para calcular la productividad de mano de obra.

$$P_{mo} = \frac{\text{Produccion}}{\text{Recurso de Mano de Obra}}$$

#### **Ecuación 61** *Productividad MO*

- **Caja China**

**Producción** = 14 piezas

**Número de trabajadores** = 3 operarios

$$P_{mo} = \frac{14}{3} = 4.6 \text{ Unidades x operario al mes}$$

#### **Ecuación 62** *Productividad MO caja china*

La producción después de la mejora es de 4 unidades por cada operario al mes, es decir que el diseño sirvió para que los operarios puedan producir mayor cantidad de cajas chinas.

- **Artesanías Metálicas**

**Producción** = 222 piezas

**Número de trabajadores** = 3 operarios

$$P_{mo} = \frac{222}{3} = 74 \text{ Unidades x operario al mes}$$

#### **Ecuación 63** *Productividad MO artesanías metálicas*

La producción después de la mejora es de 74 unidades por cada operario al mes, es decir que el diseño sirvió para que los operarios puedan producir mayor cantidad de artesanías metálicas.

### 3.7.3. *Diseño de la mejora de la dimensión Productividad de MP*

Según (Lopes Herrera, 2012), la fórmula para calcular la productividad de materia prima.

$$Pmp = \frac{\text{Produccion}}{\text{Recursos de materiales}}$$

#### **Ecuación 64** Ecuación Productividad MP

- **Caja China**

**Producción** = 14 piezas

✓ **Planchas de Acero A36:** 8 planchas de 2.15x2.44metros

$$Pmp = \frac{14 \text{ unidades}}{8 \text{ (plancha 2.15x2.44metros)}} = 1.75 \text{ (unidad/ plancha 2.15x2.44metros)}$$

#### **Ecuación 65** *Productividad MP caja china*

Aplicando el diseño de mejora que se propuso en la empresa, da como resultado que se producen 1.75 unidades por cada plancha utilizada.

- **Artesanías Metálicas**

**Producción:** 222 piezas

✓ **Planchas de acero** = 12 planchas de acero de 200mm

$$Pmp = \frac{222 \text{ unidades}}{12 \text{ planchas}} = 18.5 \text{ unidad/ planchas 200m}$$

#### **Ecuación 66** *Productividad MP artesanías metálicas*

Aplicando el diseño de mejora que se propuso en la empresa, da como resultado que se producen 18.5 unidades por cada plancha utilizada.

### 3.7.4. *Diseño de mejora de la dimensión Calidad*

Después de la mejora aplicada en el área de producción los porcentajes de conformidad han aumentado para ambos productos como se muestra en las tablas.

(Vázquez de Dios, 1999) indicó las siguientes fórmulas para calcular el porcentaje de productos conformes y no conformes.

$$\frac{\text{Producto no conforme}}{\text{Producción total}} * 100$$

**Ecuación 67** *Productos no conformes*

$$\frac{\text{Producto conforme}}{\text{Producción total}} * 100$$

**Ecuación 68** *Productos conformes*

**Tabla 38**

*Porcentaje de conformidad de cajas chinas después de la mejora*

<b>CAJAS CHINAS</b>	
<b>Productos No Conformes</b>	<b>Productos Conformes</b>
$\frac{0}{14} * 100 = 0\%$	$\frac{14}{14} * 100 = 100\%$

Los porcentajes indican que hay un incremento de productos conformes a 91.6% gracias a los métodos de mejora que se aplicaron en el área, teniendo tan solo 8.3% de producción no conforme.

**Tabla 39**

*Porcentaje de conformidad de artesanías metálicas después de la mejora*

**ARTESANIAS METÁLICAS**

<b>Productos No Conformes</b>	<b>Productos Conformes</b>
$\frac{2}{222} * 100 = 0.9\%$	$\frac{220}{222} * 100 = 99.1\%$

Los porcentajes indican que hay un incremento de productos conformes a 99.10% gracias a los métodos de mejora que se aplicaron en el área, teniendo tan solo 0.90% de producción no conforme.

Para saber la conformidad del cliente con respecto al producto se realizará una encuesta, la cual se encuentra en la siguiente página.

**Figura 26**

*Encuesta de satisfacción de producto*

	ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE PRODUCTO	PRODUCTO:				
<b>1) ¿Cómo supiste de este producto?</b>						
<input type="radio"/> Internet/Website <input type="radio"/> Amigos/parientes <input type="radio"/> Diarios <input type="radio"/> Revistas <input type="radio"/> Otros						
<b>2) A grandes rasgos, ¿Cuán satisfecho está con este producto?</b>						
<input type="radio"/> Totalmente Insatisfecho <input type="radio"/> Insatisfecho <input type="radio"/> Satisfecho <input type="radio"/> Muy satisfecho						
<b>3) Elige entre las opciones de calidad que considera de este producto</b>						
<input type="radio"/> Muy Baja Calidad <input type="radio"/> Baja Calidad <input type="radio"/> Normal <input type="radio"/> Buena Calidad						
<b>4) Comparado con otros productos, este producto es:</b>						
<input type="radio"/> Mucho peor <input type="radio"/> Peor <input type="radio"/> Igual <input type="radio"/> Mejor <input type="radio"/> Mucho mejor						
<b>5) El valor de este producto es:</b>						
<input type="radio"/> Muy pobre <input type="radio"/> Pobre <input type="radio"/> Bueno <input type="radio"/> Excelente						
<b>6) ¿Seguiría comprando este producto?</b>						
<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No						
<b>7) ¿Recomendaría este producto?</b>						
<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No						
<b>8) Por favor rankea el atributo que buscas cuando compras un producto como este</b>						
	1	2	3	4	5	
Calidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	1 es el más importante 5 es el menos importante
Costo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Cantidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Marca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Familiaridad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>9) ¿Qué fue lo que más te gustó de este producto?</b>						
<b>10) ¿Qué fue lo que menos te gustó de este producto?</b>						

### 3.7.5. *Diseño de la mejora de la dimensión Eficiencia Económica*

Al aplicar las mejoras; dándole un mantenimiento adecuado a las máquinas, mejorando su ubicación, y brindando mejores capacitaciones a los empleados; se evitarán dañar materiales y la recompra, por lo que los costos reducirán y las ventas aumentarán.

(Cieza Sánchez & Olivera Torres, 2017, pág. 10), utilizó la siguiente fórmula para calcular la eficiencia económica.

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{Ventas ( Ingresos )}}{\text{Costos (Inversiones)}}$$

**Ecuación 69** *Fórmula General de Mejora Eficiencia Económica*

**Tabla 40**

*Costos generales de la mejora*

<b>COSTOS GENERALES MEJORA</b>	
<b>AÑO</b>	<b>COSTOS</b>
<b>ENERO</b>	S/7,145.12
<b>FEBRERO</b>	S/6,742.93
<b>MARZO</b>	S/9,541.32
<b>ABRIL</b>	S/11,188.88
<b>MAYO</b>	S/5,672.49
<b>JUNIO</b>	S/9,913.75
<b>JULIO</b>	S/27,608.42
<b>AGOSTO</b>	S/69,634.63
<b>SETIEMBRE</b>	S/76,890.94
<b>OCTUBRE</b>	S/21,005.69
<b>NOVIEMBRE</b>	S/13,878.64
<b>DICIEMBRE</b>	S/39,559.85
<b>TOTAL</b>	<b>S/298,782.66</b>

**Tabla 41**

*Ventas de mejora*

<b>VENTAS</b>			
<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Caja china</b>	168	S/. 1000	S/.168 000
<b>Artesanías Metálicas</b>	2 640	S/. 90	S/.237 600
<b>TOTAL</b>			<b>S/405 600</b>

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{405\,600 \text{ soles/año}}{298\,782.66 \text{ soles/año}} = 1.36$$

**Ecuación 70** *Fórmula de Eficiencia Económica*

El cálculo de la eficiencia económica en la mejora de la empresa indica ahora la empresa gana 0.36 céntimos por cada sol invertido.

**3.7.6. Diseño de la mejora de la dimensión Eficiencia Física**

Con el diseño de la mejora se obtendrá un mejor aprovechamiento de los recursos materiales utilizados en toda la producción, tando de cajas chinas como artesanías metálicas; ya que se hizo un mantenimiento adecuado a las máquinas, mejorando la ubicación de estaciones de trabajo, y brindándoles capacitaciones a los empleados.

Según (Lopes Herrera, 2012, pág. 93), la siguiente formula calcula la eficiencia física.

$$\text{Eficiencia Fisica} = \frac{\text{Salida de materia prima}}{\text{Entrada de materia prima}} * 100\%$$

**Ecuación 71** *Fórmula General de Mejora Eficiencia Física*

**Caja China**

- **Planchas de Acero**
  - Planchas de Acero A36 = 8 unidades
  - Peso de la plancha de Acero A36 = 45Kg
  - Cajas Chinas por Meses = 14 unidades
  - Peso de la Caja China = 20 Kg
  - Entrada de materia Prima = 8 planchas x 45 kg peso de la plancha x 12 meses
  - Salida de materia prima al año = 14 cajas chinas x 20 Kg x 12 meses

$$\text{Eficiencia Fisica} = \frac{3360}{4320} * 100\% = 77.77\%$$

**Ecuación 72** *Eficiencia física caja china*

El cálculo de la eficiencia física nos da como resultado que, por cada unidad empleada, solo son aprovechadas el 77.77% del 100% que entra. Lo cual indica que la empresa ya se encontrará haciendo un buen aprovechamiento de la materia prima.

### **Artesanías Metálicas**

- **Planchas de acero Inoxidable**

- Planchas de Acero Inoxidable = 12 planchas
- Peso de la plancha Acero Inoxidable = 47.160 Kg
- Peso de las Artesanías Metálicas = 3 Kg
- Numero de Artesanías Metálicas al mes = 222 piezas
- Salida de materia prima al año = 222 piezas x 3 Kg x 12 meses = 7992
- Entrada de materia Prima = 12 planchas de Acero x 47.160 kg peso de la caja x 12 meses = 10679.04

$$\text{Eficiencia Fisica} = \frac{7992}{10679.04} * 100\% = 74.83\%$$

### **Ecuación 73** *Eficiencia física artesanías metálicas*

El cálculo de la eficiencia física nos da como resultado que, por cada unidad empleada, solo son aprovechadas el 74.16% del 100% que entra. Lo cual indica que la empresa ya se encontrará haciendo un buen aprovechamiento de la materia prima.

### 3.7.7. Diseño de mejora de la dimensión Tiempo

**Tabla 42**

*Tiempo de Producción de Mejora*

	<b>Descripción de la Actividad</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Act. externa</b>	Plegado de Plancha	1 hora
<b>Interna a externa</b>	Insertar Pernos	1 hora
<b>Interna a externa</b>	Armado e insertado de ángulos	2 horas
<b>Interna a externa</b>	Elaboración y ensamble de manijas	3 horas
<b>Act. externa</b>	Elaboración de Plancha de Carbonato	2 horas
<b>Interna a externa</b>	Dibujar Figura en Auto Cad	30 minutos
<b>Act. externa</b>	Pasar Plano a Fas Cam	1 hora
<b>Act. externa</b>	Programar plano en la maquina plasma	1 minuto
<b>Act. externa</b>	Cortado de la plancha	2 horas
<b>Interna a externa</b>	Pintado y Secado	1 hora
<b>Total</b>		<b>11 horas, 31 min.</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

- **Caja China**

**Tabla 43**

*Plegado de planchas*

<b>PROCESO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Ciclos</b>	<b>Promedio</b>
<b>Plegado de planchas</b>	1	1	2	2	1	5	<b>1,4</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

**Tabla 44**

*Tiempo estándar Plegado de planchas*

<b>Valoración</b>	<b>T. Normal</b>	<b>% T. Suplementario</b>	<b>TSM</b>
<b>90%</b>	<b>1,26</b>	<b>20%</b>	<b>1,51</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

De acuerdo al diseño de mejora en mantenimiento y brindarles capacitaciones a los trabajadores el tiempo estándar en el proceso de plegado de planchas es de 1,51.

**Tabla 45**
*Insertar pernos*

<b>PROCESO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Ciclos</b>	<b>Promedio</b>
<b>Insertar Pernos</b>	1	1	1	1	1	5	<b>1</b>

**Fuente: Elaborada por los investigadores**
**Tabla 46**
*Tiempo estándar Insertar pernos*

<b>Valoración</b>	<b>T. Normal</b>	<b>% T. Suplementario</b>	<b>TSM</b>
<b>90%</b>	<b>0,90</b>	<b>20%</b>	<b>1,08</b>

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

El tiempo estándar del proceso de insertar pernos es un tiempo bueno, es de 1,08.

**Tabla 47**
*Armado e insertado de ángulos*

<b>PROCESO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Ciclos</b>	<b>Promedio</b>
<b>Armado e insertado de ángulos</b>	2	3	2	2	3	5	<b>2,4</b>

**Fuente: Elaborada por los investigadores**
**Tabla 48**
*Tiempo estándar Armado e insertado de ángulos*

<b>Valoración</b>	<b>T. Normal</b>	<b>% T. Suplementario</b>	<b>TSM</b>
<b>90%</b>	<b>2,16</b>	<b>20%</b>	<b>2,59</b>

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

El tiempo estándar del proceso de armado e insertado de ángulos ha mejorado con relación al tiempo sin el diseño de la mejora, viniendo a ser de 2,59 horas.

**Tabla 49**
*Elaboración y ensamble de manijas*

<b>PROCESO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Ciclos</b>	<b>Promedio</b>
<b>Elaboración y ensamble de manijas</b>	3	3	3	2	2	5	<b>2,6</b>

**Fuente: Elaborada por los investigadores**
**Tabla 50**
*Tiempo estándar Elaboración de manijas*

<b>Valoración</b>	<b>T. Normal</b>	<b>% T. Suplementario</b>	<b>TSM</b>
-------------------	------------------	---------------------------	------------

**90%**                      **2,34**                      **20%**                      **2,81**

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

El tiempo estándar del proceso de elaboración de manijas, ha mejorado mucho con relación al tiempo sin el diseño de la mejora, bajando a 2,81 horas.

**Tabla 51**  
*Elaboración de plancha de carbonato*

PROCESO	1	2	3	4	5	Ciclos	Promedio
<b>Elaboración de plancha de carbonato</b>	2	2	3	2	2	5	<b>2,2</b>

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

**Tabla 52**  
*Tiempo estándar Elaboración de plancha de carbonato*

Valoración	T. Normal	% T. Suplementario	TSM
<b>90%</b>	<b>1,98</b>	<b>20%</b>	<b>2,38</b>

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

El tiempo estándar del proceso de elaboración de plancha de carbonato, ha mejorado mucho con respecto al tiempo sin el diseño de la mejora, bajando a 2,38 horas.

- **Artesanías Metálicas**

**Tabla 53**  
*Dibujar figura en AutoCad*

PROCESO	1	2	3	4	5	Ciclos	Promedio
<b>Dibujar Figura en AutoCad</b>	0.40	0.30	0.40	0.30	0.30	5	<b>0.34</b>

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

**Tabla 54**  
*Tiempo estándar Dibujar figura en AutoCad*

Valoración	T. Normal	% T. Suplementario	TSM
<b>90%</b>	<b>0.31</b>	<b>20%</b>	<b>0.37</b>

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

El tiempo estándar del proceso de dibujar figura en AutoCad ha mejorado mucho con respecto al tiempo sin el diseño de la mejora, siendo de 0.37 minutos; ya que los planos ya tendrían un molde y se diseñarían características simples.

**Tabla 55**  
*Pasar planos FastCam*

<b>PROCESO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Ciclos</b>	<b>Promedio</b>
<b>Pasar planos a FastCam</b>	1	1	1	1	1	5	<b>1</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

**Tabla 56**  
*Tiempo estándar Pasar planos FastCam*

<b>Valoración</b>	<b>T. Normal</b>	<b>% T. Suplementario</b>	<b>TSM</b>
<b>90%</b>	<b>0,90</b>	<b>20%</b>	<b>1,08</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

El tiempo estándar del proceso de pasar planos FastCam es de 1.08 horas.

**Tabla 57**  
*Programar plano en la máquina CNC plasma*

<b>PROCESO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Ciclos</b>	<b>Promedio</b>
<b>Programar plano en la máquina Plasma</b>	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	5	<b>0.14</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

**Tabla 58**  
*Tiempo estándar Programar plano en la máquina CNC plasma*

<b>Valoración</b>	<b>T. Normal</b>	<b>% T. Suplementario</b>	<b>TSM</b>
<b>90%</b>	<b>0.13</b>	<b>20%</b>	<b>0.16</b>

**Fuente:** Elaboración por los investigadores

El tiempo estándar del proceso de programar plano en la máquina CNC plasma es de 0.16 minutos.

**Tabla 59**  
*Cortado de plancha*

<b>PROCESO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Ciclos</b>	<b>Promedio</b>
----------------	----------	----------	----------	----------	----------	---------------	-----------------

<b>Cortado de plancha</b>	2	1	2	2	1	5	<b>1,6</b>
-------------------------------	---	---	---	---	---	---	------------

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

**Tabla 60**

*Tiempo estándar Cortado de plancha*

<b>Valoración</b>	<b>T. Normal</b>	<b>% T. Suplementario</b>	<b>TSM</b>
<b>90%</b>	<b>1,44</b>	<b>20%</b>	<b>1,73</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

El tiempo estándar del proceso de cortado de plancha es de 1,73 horas, debido al mantenimiento continuo en la máquina.

**Tabla 61**

*Pintado y secado*

<b>PROCESO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Ciclos</b>	<b>Promedio</b>
<b>Pintado y Secado</b>	1	1	1	1	1	5	<b>1</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

**Tabla 62**

*Tiempo estándar Pintado y secado*

<b>Valoración</b>	<b>T. Normal</b>	<b>% T. Suplementario</b>	<b>TSM</b>
<b>90%</b>	<b>0,90</b>	<b>20%</b>	<b>1,08</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

El tiempo estándar del proceso de pintado y secado es de 1,08 horas.

### 3.7.8. *Diseño de mejora de la dimensión Costos*

Con la aplicación del diseño de mejora, se van a eliminar los gastos por fallas, ya que, con el mantenimiento de máquinas y capacitaciones de trabajadores, se logrará eliminar desperdicios de materiales, evitando comprarlos nuevamente.

**Tabla 63**

*Costos Generales Mejora*

<b>COSTOS GENERALES MEJORA</b>	
<b>AÑO</b>	<b>COSTOS</b>
<b>ENERO</b>	S/7,145.12
<b>FEBRERO</b>	S/6,742.93
<b>MARZO</b>	S/9,541.32
<b>ABRIL</b>	S/11,188.88
<b>MAYO</b>	S/5,672.49
<b>JUNIO</b>	S/9,913.75
<b>JULIO</b>	S/27,608.42
<b>AGOSTO</b>	S/69,634.63
<b>SETIEMBRE</b>	S/76,890.94
<b>OCTUBRE</b>	S/21,005.69
<b>NOVIEMBRE</b>	S/13,878.64
<b>DICIEMBRE</b>	S/39,559.85
<b>TOTAL</b>	<b>S/298,782.66</b>

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

### 3.8. Matriz de Operacionalización con Resultados de la Mejora

**Tabla 64**

*Matriz de Operacionalización con resultados de la mejora*

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Resultados	Resultados Mejora
<b>Lean Manufacturing</b>	Lean Manufacturing (Manufactura esbelta) es una metodología que se enfoca en la eliminación de cualquier tipo de pérdidas, temporal, material, eficiencia o procesos. Es eliminar lo inútil con el objetivo de aumentar la productividad y la capacidad de la empresa para competir con éxito en el mercado. El objetivo de Lean Manufacturing es proponer mejoras en los procesos a través del análisis de la cadena de valor, y la implementación de herramientas de calidad e indicadores macro (Vargas, Muratalla, & Jiménez, 2016)	Layout	Distribución de Espacios (m <sup>2</sup> )	Cortador a Plegadora: 11 m CNC a Almacén: 7m	Cortador a Plegadora: 5 m CNC a Almacén: 3 m
		Jidoka	Control Automático de Defectos	6 defectos generales	0 defectos
		SMED	Tiempo de preparación	59 minutos	30 minutos, 30 seg
		Value Stream Map	Actividades que agregan valor.	Caja china: 5 act. Artesanías metálicas: 5 act.	Caja china: 5 act. Artesanías metálicas: 5 act.
		Just in Time	Reducción de desperdicios (%)	40%	No hay desperdicios
<b>Productividad</b>	La productividad se concentra en la medición de indicadores, cuya variación en el tiempo evidencia el comportamiento de la empresa y el estímulo en el proceso de toma de decisiones. Para otros la medición es menos importante y recomiendan dedicar los esfuerzos en la motivación y participación de los trabajadores. Consideran que, si se logra que cada persona actúe más productivamente, el resultado global se traduce necesariamente en una empresa más productiva. (Imai, M; Imai, M; Heizer, J.; Render, B; Ruelas, E; Rincón, H., 2001)	OEE	Porcentaje de Eficiencia Total del Equipo	CNC: 59.31% Plegadora: 39,19 % Cortadora: 39,19%	CNC: 94,95% Plegadora: 93.89 % Cortadora: 93.89%
		Productividad de MO	Cantidades por Operario	Caja china: 4 und Artesanías metálicas: 66 und.	Caja china: 5 und Artesanías metálicas: 67 und
		Productividad de MP	Cantidad de MP utilizada	Caja China: 1 Artesanías metálicas: 17	Caja China: 2 Artesanías metálicas: 19
		Calidad	Porcentaje de Productos Conformes y No Conformes (%)	Caja china: 75%, 25% Artesanías metálicas: 90%, 10%	Caja china: 100% - 0% Artesanías metálicas: 99.1% - 0.9%
		Eficiencia Económica	Ganancias (S/.)	0.71 céntimos	1.22 soles
		Eficiencia Física	Aprovechamiento de MP (%)	Caja china: 66 % Artesanías metálicas: 67%	Caja china: 77.77 % Artesanías metálicas: 74.83%
		Tiempo	Tiempo estándar	Caja china: 27.09 Artesanías metálicas: 10.28	Caja china: 10.34 Artesanías metálicas: 4.42
		Costos	Gastos Generales (S/)	S/ 426,832.37	S/. 298 782.66

- Cuadro de Comparación

**Tabla 65**

*Cuadro comparativo entre diagnostico y mejora*

<b>Indicador</b>	<b>Resultados Diagnostico</b>	<b>Resultados Mejora</b>	<b>Comparación</b>
<b>Distribución de Espacios (m<sup>2</sup>)</b>	Cortador a Plegadora: 11 m CNC a Almacén: 7m	Cortador a Plegadora: 5 m CNC a Almacén: 4.5 m	Realizando el diseño del modelo la distribución de espacios se reducirá a 5m y 4.5, de cortadora a plegadora y CNC a almacén respectivamente. Siendo menor al espacio de 11m y 7m de distancia actual.
<b>Control Automático de Defectos</b>	6 defectos generales	0 defectos	De acuerdo al diseño de mejora; dando mantenimiento y controlando procesos de producción los defectos pasarán de ser 6 a eliminarse por completo.
<b>Tiempo de preparación</b>	37 horas, 2 minutos	11 horas, 38 minutos	Con el diseño se podrá reducir el tiempo de preparación de 37 horas, 2 minutos a 11 horas, 38 minutos.
<b>Actividades que agregan valor.</b>	Caja china: 5 act. Artesanías metálicas: 5 act.	Caja china: 5 act. Artesanías metálicas: 5 act.	Las actividades de valor son las mismas ya que el VSM sirvió para ver el tiempo de preparación en cada uno de los procesos.
<b>Reducción de desperdicios (%)</b>	40%	No hay desperdicios	Con la herramienta del JIT se ha eliminado los desperdicios, tomando en cuenta los mantenimientos, capacitaciones y control de los procesos.
<b>Porcentaje de Eficiencia Total del Equipo</b>	CNC: 59.31% Plegadora: 39.19 % Cortadora: 39.19 %	CNC: 94,95% Plegadora: 93.89 % Cortadora: 93.89%	Se observa que el porcentaje de OEE ha mejorado llegando casi al 100% en todas las máquinas, por el mantenimiento preventivo.
<b>Cantidades por Operario</b>	Caja china: 4 und Artesanías metálicas: 66 und.	Caja china: 4.6 und Artesanías metálicas: 67 und	La producción de cajas chinas y artesanías metálicas han subido a 4.6 und y 67 und respectivamente; mejorando con respecto a lo que se produce actualmente.
<b>Cantidad de MP utilizada</b>	Caja China: 1.5 und/plancha Artesanías metálicas: 16 und/plancha	Caja China: 1.75 und/ plancha Artesanías metálicas: 18.5 und/ plancha	Por cada plancha se fabrican 1,75 und y 18.5 und, de cajas chinas y artesanías metálicas respectivamente; resultado que indica que se aprovecharía mejor la materia prima.
<b>Porcentaje de Productos Conformes y No Conformes (%)</b>	Caja china: 75%, 25% Artesanías metálicas: 90%, 10%	Caja china: 100% - 0% Artesanías metálicas: 99.1% 0.9%	El porcentaje de productos conformes y no conformes, con el diseño de mejora llegan a casi 100% y 0, respectivamente; siendo mayor el porcentaje de productos bien producidos .
<b>Rentabilidad (S/.)</b>	0.71 céntimos	1.22 soles	Con el diseño de mejora se estaría ganando 22 céntimos por cada sol invertido, indicando que se está haciendo una mejor inversión a la actual ya que en lugar de ganar pierde.

<b>Aprovechamiento de MP (%)</b>	Caja china: 66 % Artesanías metálicas: 67%	Caja china: 77.77 % Artesanías metálicas: 74.83%	A través del diseño de mejora, en el aprovechamiento de la MP hubo un incremento de 11,77% y 7.83 en caja china y artesanías metálicas respectivamente.
<b>Tiempo promedio/estándar</b>	Caja china: 27.09 Artesanías metálicas: 10.28	Caja china: 10.34 Artesanías metálicas: 4.42	El tiempo estándar de producción de cajas chinas y artesanías metálicas se ha reducido a 19.34 y 4.42 horas respectivamente.
<b>Gastos Generales (S/)</b>	S/ 426,832.37	S/. 298 782.66	Con el diseño de mejora se logró eliminar desperdicios y defectos por lo que los gastos generales de la empresa se reducirán en S/.128 049.71.

**Fuente: Elaborada por los investigadores**

### 3.9. Análisis Económico/ Financiero

#### 3.9.1. Costos por procedimientos (materiales, equipos y herramientas)

La siguiente tabla, muestra todos los costos que se van a generar en materiales, equipos y herramientas utilizados para la implementación de la propuesta de mejora, mostrando cantidades, costo unitario, y total.

**Tabla 66**

*Costos por Procedimiento*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO S/.	TOTAL, S/.
Papel Bond A4 (PACK X 500)	2	10.4	20.8
Tinta	6	29.9	179.4
Lubricante	6	31.9	191.4
Juego de llaves	2	339.9	679.8
Juego de Destornilladores	2	89.9	179.8
Detector de Voltajes	2	39.8	79.6
Pistola de Pintura	2	69.9	139.8
Multímetro	1	39.9	39.9
Thinner	5	15.9	79.5
Cinta aislante	10	6.9	69
<b>Total</b>			<b>S/. 1,659.00</b>

Fuente: Elaborada por los Investigadores

#### 3.9.2. Costos por incurrir en el proceso de manejo (3 trabajadores)

##### 3.9.2.1. Costos en capacitaciones semestrales

Se van a requerir 3 capacitaciones, siendo los temas; de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, de maquinarias y de seguridad laboral; teniendo cada una de ellas un costo por hora, total trimestral (se llevarán a cabo cada 3 meses), y un total anual, mostrado en la siguiente tabla.

**Tabla 67**
*Costos en Capacitaciones Anuales*

Temas	N° de capacitadores	Tiempo horas	Costo S./hora	Total, trimestral S/.	Total, anual S/.
Capacitación en mantenimiento Preventivo y Correctivo de equipos	1	36	29.75	1071	4284
Capacitación de maquinarias	1	30	46.18	1385.4	5541.6
Capacitación en seguridad laboral	1	24	25.85	620.4	2481.6
Total				S/. 3,076.80	S/. 12,307.20

**Fuente:** Elaborada por los investigadores

### 3.9.2.2. Costos por Implementos

Se requieren materiales tales como, separatas, videos y diapositivas por cada capacitación y por cada trabajador; presentan costos por material, por cada trimestre y un costo por un año, se muestra en la tabla a continuación.

**Tabla 68**
*Costos por Implementos*

Implementos	Costo de material S/.	N° de trabajadores	Total trimestral S/.	Total anual S/.
Separatas, videos y diapositivas	8	3	24	96
Separatas, videos y diapositivas	8	3	24	96
Separatas, videos y diapositivas	8	3	24	96
<b>Total</b>			<b>S/. 72.00</b>	<b>S/. 288.00</b>

**Fuente:** Elaborada por Investigadores

### 3.9.2.3. Costos en material de registro (mensual)

Cada personal que esté presente en las capacitaciones deberá anotar su asistencia en un cuadernillo de registro, en la siguiente tabla se detalla su costo unitario y total anual.

**Tabla 69**  
*Costos en Material Registro*

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total trimestral	Total anual S/.
Cuadernillos de registro	2	5	10	40
<b>Total</b>			<b>10</b>	<b>40</b>

Fuente: Elaborada por Investigadores

### 3.9.2.4. Costos en cuidado a la salud (anual)

Cada trabajador debe usar EPP para evitar daños ante cualquier accidente, como; chalecos, cascos, guantes, zapatos de seguridad, caretas; en la siguiente tabla se muestra cantidad de cada uno de ellos, costo unitario y total anual.

**Tabla 70**  
*Costos en Cuidado a la Salud*

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total trimestral S/.	Total anual S/.
Chalecos	3	79.9	239.7	958.8
Cascos	3	23	69	276
Guantes	3	34.9	104.7	418.8
Zapatos de seguridad	3	59.9	179.7	718.8
Caretas	3	18.9	56.7	226.8
<b>Total</b>			<b>649.8</b>	<b>2599.2</b>

Fuente: Elaborada por Investigadores

### 3.9.2.5. Costos en botiquín (anual)

La empresa debería tener un botiquín implementado ante cualquier imprevisto de emergencia, teniendo en cuenta que se renueva al año; se muestra el costo detallado y anual en la siguiente tabla.

**Tabla 71**
*Costos en botiquín*

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total anual S/.
<b>Botiquín</b>	2	99.9	199.8
<b>Total</b>			<b>S/. 199.8</b>

**Fuente:** Elaborada por Investigadores

### 3.9.2.6. Costo de pintado (anual)

Se deberá hacer un pintado a cada una de las máquinas con las que cuente la empresa, se necesitará además de pintura una pistola de pintar; en la siguiente tabla se muestra los costos por unidad y total anual.

**Tabla 72**
*Costo de Pintado*

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total anual S/.
<b>Pintado de máquinas</b>	3	75.9	227.7
<b>Pistola de pintar</b>	2	69.9	139.8
<b>Total</b>			<b>S/. 227.7</b>

**Fuente:** Elaborada por Investigadores

### 3.9.3. Costos por no incurrir en la propuesta de mejora

La empresa BAUR METALMIN SAC; debe incurrir en costos altos por materia primas, mantenimiento y trabajo de máquinas, control y almacén de desperdicios. En la siguiente tabla se muestra un detalle de dichos costos.

**Tabla 73**

*Costos por no incurrir en la propuesta de mejora*

Descripción	Total horas de unidades no producidas	Total de horas de unidades no producidas/und mejoradas	Diferencia de horas de producción	Total horas de reparación/und	Total horas de reparación/und mejoradas	Diferencia de horas de reparación	Diferencia de horas	Costo/hora S/.	Total por pieza	Total reparaciones anuales	Total anual
Materia prima	35	8	27	3.2	2.4	0.8	26.2	5	S/. 131.00	100.00	13100
Colocación de máquinas	35	8	27	5	3.3	1.7	25.3	5	S/. 126.50	100.00	12650
Mantenimiento de la máquina CNC Plasma	35	8	27	2.3	1.25	1.05	25.95	5	S/. 129.75	88.00	11418
Mantenimiento de la máquina cortadora	25	0	25	2.25	1.1	1.15	23.85	5	S/. 119.25	12.00	1431
Mantenimiento de la máquina plegadora	25	0	25	2.25	1.1	1.15	23.85	5	S/. 119.25	12.00	1431
Control de desperdicios	10	5	5	1.3	0.4	0.9	4.1	5	S/. 20.50	44.00	902
Trabajo de la máquina CNC Plasma	35	8	27	5	3.3	1.7	25.3	5	S/. 126.50	88.00	11132
Trabajo de la máquina cortadora	25	0	25	1.2	1	0.2	24.8	5	S/. 124.00	12.00	1488
Trabajo de la máquina plegadora	25	0	25	1.4	1.15	0.25	24.75	5	S/. 123.75	12.00	1485
Almacén de desperdicios	8	3	5	1	0.4	0.6	4.4	5	S/. 22.00	100.00	2200
<b>Total</b>											S/. 57,237.00

Fuente: Elaborada por Investigadores

### 3.9.4. Proyección de costos por incurrir en la propuesta

**Tabla 74**

*Proyección de costos por incurrir en la propuesta*

COSTOS POR INCURRIR EN EL PROCESO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Papel Bond A4 (PACK X 500)	20.80	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8
Tinta	179.40	179.40	179.40	179.40	179.40	179.40
Lubricante	191.40	191.40	191.40	191.40	191.40	191.40
Llaves	679.80	679.80	679.80	679.80	679.80	679.80
Destornilladores	179.8	179.8	179.8	179.8	179.8	179.8
Detector de Voltajes	79.60	79.60	79.60	79.60	79.60	79.60
Pistola de Pintura	139.8	139.8	139.8	139.8	139.8	139.8
Multímetro	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90
Thinner	79.50	79.50	79.50	79.50	79.50	79.50
Cinta aislante	69.00	69.00	69.00	69.00	69.00	69.00
Capacitación en mantenimiento Preventivo y Correctivo de equipos	4,284.00	4,284.00	4,284.00	4,284.00	4,284.00	4,284.00
Capacitación de maquinarias	5,541.60	5,541.60	5,541.60	5,541.60	5,541.60	5,541.60
Capacitación en seguridad laboral	2481.6	2481.6	2481.6	2481.6	2481.6	2481.6
Separatas, videos y diapositivas	288.00	288.00	288.00	288.00	288.00	288.00
Separatas, videos y diapositivas	288.00	288	288	288	288	288
Separatas, videos y diapositivas	288.00	288	288	288	288	288
Cuadernillos de registro	40	40	40	40	40	40
Chalecos	958.8	958.8	958.8	958.8	958.8	958.8
Cascos	276	276	276	276	276	276
Guantes	418.8	418.8	418.8	418.8	418.8	418.8
Zapatos de seguridad	718.8	718.8	718.8	718.8	718.8	718.8
Caretas	226.8	226.8	226.8	226.8	226.8	226.8
Botiquín	199.8	199.8	199.8	199.8	199.8	199.8
Pintado de máquinas	227.7	227.7	227.7	227.7	227.7	227.7
<b>TOTAL DE COSTOS</b>	<b>17,896.90</b>	<b>17,896.90</b>	<b>17,896.90</b>	<b>17,896.90</b>	<b>17,896.90</b>	<b>17,896.90</b>

Fuente: Elaborada por Investigadores

### 3.9.5. Proyección de costos por no incurrir en la propuesta

**Tabla 75**

*Proyección de costos por no incurrir en la propuesta*

COSTO POR HH ADICIONALES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Materia prima	13100	13100	13100	13100	13100
Colocación de máquinas	12650	12650	12650	12650	12650
Mantenimiento de la máquina CNC Plasma	11418	11418	11418	11418	11418
Mantenimiento de la máquina cortadora	1431	1431	1431	1431	1431
Mantenimiento de la máquina plegadora	1431	1431	1431	1431	1431
Control de desperdicios	902	902	902	902	902
Trabajo de la máquina CNC Plasma	11132	11132	11132	11132	11132
Trabajo de la máquina cortadora	1488	1488	1488	1488	1488
Trabajo de la máquina plegadora	1485	1485	1485	1485	1485
Almacén de desperdicios	2200	2200	2200	2200	2200
COSTO POR HH ADICIONALES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>TOTAL DE COSTOS</b>	<b>57,237.00</b>	<b>57,237.00</b>	<b>57,237.00</b>	<b>57,237.00</b>	<b>57,237.00</b>

Fuente: Elaborada por Investigadores

### 3.9.6. Flujo de Caja Neto

A continuación, se muestra el flujo de caja neto luego de aplicarse la propuesta de mejora, detallando cada uno de los ingresos y egresos durante 5 años. Esto indicará si la propuesta es rentable o no.

**Tabla 76**

*Flujo de Caja Neto*

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5		
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	-17,896.90	39,340.10	39,340.10	39,340.10	39,340.10	39,340.10	<b>TASA</b>	12%

Fuente: Elaborada por Investigadores

### 3.9.7. *Indicadores de rentabilidad*

**Tabla 77**

*Indicadores de Rentabilidad*

<b>COK</b>	<b>12%</b>
<b>VAN</b>	<b>S/. 141,812.26</b>
<b>TIR</b>	<b>219%</b>
<b>IR</b>	<b>S/. 7.492</b>

**Fuente: Elaborada por Investigadores**

- Si  $VAN > 0$ , se acepta el proyecto.
- Si  $TIR > COK$ , se acepta el proyecto.
- Si  $IR > 1$ , se acepta el proyecto.

#### **INTERPRETACIÓN:**

- **VAN:** Indica que la propuesta de mejora es rentable, ya que el valor de VAN S/. 141 812.26, demuestra que la inversión producirá ganancias.
- **TIR:** Dando un 219%, indica que es mayor a la tasa de descuento del inversionista, es decir, que conviene hacer la inversión.
- **IR:** S/. 7.92, indica por cada sol invertido se generará una ganancia de S/. 6.492 por cada sol invertido, lo que indica que es rentable.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo incrementar la productividad de la empresa; por lo que, se analizaron los principales problemas que evitan esto; para luego proponer el diseño de un modelo basado en herramientas Lean Manufacturing que lograría incrementar la producción a 234 und/mes entre cajas chinas y artesanías metálicas.

(Infante Diaz & Erazo Delacruz, 2013) en su tesis: “Propuesta para el Mejoramiento de la Productividad de la línea de Camisetas interiores en una Empresa de Confecciones por medio de la Aplicación de “Herramientas Lean Manufacturing”, Con finalidad de reducir costos, eliminar desperdicios y mejorar los procesos en la compañía Agatex S.A.S para aumentar la satisfacción de los clientes y alcanzar una mayor productividad. En donde la productividad de la línea de proceso aumento un 48% (de 952 unidades diarias a 1409 unidades diarias), reduciendo el número de estaciones en 2 unidades, los tiempos muertos se redujeron en un 8% sin necesidad contratar personal operativo de esta línea de producción. Los ingresos de la empresa mejoraron en \$15.446.600 mensuales.

Según (Ospina Delgado, 2016, pág. 76), como consecuencia del mal manejo de los procesos, los recorridos innecesarios que se hacían además de no tener la herramienta o materiales a tiempo, no se cumplían las ordenes de producción que se programaban para entregar a los clientes. Se determinó que la implantación de la nueva distribución entre las áreas de trabajo reducía sus tiempos incensarios por recorrido de un trabajo a otro además también se cumplió con las fechas de entrega del producto al cliente. Al aplicar la herramienta layout, con el método de los hexágonos, nos ayudará a distribuir de manera correcta los lugares y el orden de la maquina en la empresa, como resultado

se redujo el espacio entre las maquinas cortadora a la plegadora a 5 metros y la maquina CNC de plasma al almacén en 3 metros, esto ayudo a tener un mejor transporte de la materia prima además se tendrá un proceso más controlado. En su trabajo de investigación (Bermejo Díaz, 2019, pág. 101) , con la aplicación de la herramienta Jidoka permitió reducir en 4 el número de pares de calzados, lo cual dio como resultado que se disminuyó en 57.14% del total de productos defectuosos. Es por esto que la aplicación de esta herramienta Jidoka dentro de esta herramienta se aplicó los métodos 8D'S además se elaboró un formato el cual para saber el avance de cada actividad y también se elaboró un formato de evaluación de desempeño para cada trabajador como resultado dio la eliminación de los defectos.

La herramienta SMED es útil en el análisis de operaciones según (Gómez Guzan, 2013, pág. 51), la aplicación de la herramienta SMED pudo cumplir con los objetivos establecidos, además, que se identificaron las variables que generaban un retraso por esto se clasificaron las actividades externas y internas para dar una solución. La aplicación de la herramienta SMED ayudo a reducir los tiempos de preparación tanto del proceso de “Caja China” como de “Artesanías Metálicas”, al comienzo el tiempo era 37 horas con 2 minutos y después de la mejora se redujo a 11 horas con 31 minutos, para esto se elaboró un diagrama hombre maquina el cual nos permitirá ver el tiempo en que la maquina es trabajando y cuando no; así mismo el tiempo de que el hombre trabajo o no, también se elaboró un check list (Control de calidad de Procesos) para saber alguna falla durante elaboración del proceso además se hizo un check list para las máquinas.

Para analizar la situación actual de la empresa BAUR METAMIN S.A.C, se aplicó el mapa de flujo de valor en el sistema productivo (VSM), siguiendo la metodología aplicada por (Vigo Moran & Astocaza Flores , 2013, pág. 90) y (Arollo, Bautista

Campillo, & Rosas Campillo, 2010, pág. 172), donde evidenciaron la identificación de los principales problemas en las líneas de producción como demora y traslado dentro del proceso productivo, de forma similar para la empresa BAUR METAMIN S.A.C se identificó los principales procesos dentro de la línea de producción que presentaban mayor tiempo de demora.

La herramienta Just in time es muy importante para mejorar la productividad como demostró (Palomino Espinosa, 2012, pág. 97), la aplicación de esta herramienta sirvió para disminuir los tiempos de parada por causas traslados de envases también garantizo que la planificación de la producción se puede realizar sin afectar a las clientes. La aplicación de esta herramienta Just in time ayudo a reducir los desperdicios con los métodos Layout con la finalidad de hacer una mejor distribución en el área de distribución, Jidoka para darle un mejor mantenimiento a las máquinas, SMED para mejorar los tiempos de preparación de los procesos generales y VSM el cual se mostrará en que tareas se disminuirá los tiempos.

Como lo menciona (Vasques Contreras, 2015, pág. 93), la aplicación de esta herramienta ayudo a aumentar el OEE actual era de 83.06% aumento 87.24% lo que quiere decir que existió un aumento de 5.86%, así mismo esta herramienta se aplicó a la empresa “BAUR METALMIN” dando como resultado que el porcentaje de OEE de la máquina de CNC de plasma fue 94.64% y antes de la mejora fue 59.31% así mismo con la maquina plegadora y cortadora que antes de la mejora su porcentaje de OEE fue de 39.19% y con la mejora fue de 93.89%.

La productividad de mano de obra y la productividad de la materia prima son herramienta útil para saber las piezas que se hacen por trabajador y la cantidad de materiales que se utilizan para elaborar cada producto como demuestra (Chácon Ulloa, 2019, pág. 29), en su propuesta de mejora aplicando las herramientas Lean

Manufacturing indico que la productividad de Mano de obra tuvo un aumento de 21% y la materia prima hubo un aumento 35% con respecto a la situación actual que tenía. La aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en la empresa “BAUR METALMIN”, ayudó a mejorar la productividad de mano de obra de la empresa actualmente; en el proceso de artesanías metálicas la pieza por hombre era de 66 unidades, después de la mejora aumento a 74 unidades por operario, en el proceso de caja china era 4 unidades luego de la mejora aumento a 4.6 unidades por operario. Las herramientas también ayudo en la mejora del aprovechamiento de la materia prima, en el proceso de elaboración de caja china del por cada plancha de acero A36 se produce 1.5 unidades por material, con el diseño de la mejora aumento 1.75 unidades por plancha, en el proceso de artesanías metálica era de 16.66 unidades por material con la mejora este número aumenta 18.5 unidades por plancha.

Con la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing hay una considerable mejora en la productividad de cualquier empresa que se le aplique, así como lo demuestra (Mariñas Caceres & Vejarano Valqui, 2019, pág. 53), con su implementación se concluye que se ha logrado alcanzar un rendimiento mayor al 10% como objetivo dando como resultado un 16.23%. En la empresa “BAUR METALMIN” se indicó que en el proceso de fabricación de caja china tiene un 25% de unidades que tienen alguna falla y un 75% que son productos conformes, así también en el proceso de artesanías metálicas el porcentaje de productos no conformes es de 10% y un 90% de conformidad. Con la aplicación la mejora se redujo el porcentaje de productos no conformes a 8.3% y del proceso de artesanías metálicas se redujo a 1.5%.

Según como demostró, (Cieza Sánchez & Olivera Torres, 2017, pág. 129) la elaboración de un plan basado en las herramientas lean manufacturing permitió que la eficiencia económica incrementara en un 4.23% y en la eficiencia física aumento en el

proceso de polos aumento en 11.67% y en el blazer en un 25%. La implementación de las herramientas Lean Manufacturing permitió que la eficiencia económica aumentara a 1.22, en la eficiencia física aumento a 77.77% al 66.66% antes de la mejora en el proceso de Caja China y en el proceso de artesanías metálicas aumento en un 74.83% al 67.42% antes de la mejora.

Según lo presentado en el trabajo de investigación de (Gúzman Vara & Suares Olin, 2019, pág. 137), se pudo reducir los tiempos de ciclos en las ares de montaje y acabado en 7.5% y 31.11%, con la implementación de las herramientas Lean Manufacturing se logró reducir los tiempos de procesos tanto de la caja china como de artesanías metálicas, dando un tiempo estándar de 10.34 horas y 4.42 horas respectivamente.

La implementación de herramientas Lean Manufacturing ayudan a reducir los gastos fallas y costos, así como afirmo en su investigación (Gúzman Vara & Suares Olin, 2019, pág. 137) donde se demostró que la aplicación de dichas herramientas redujo los costos de productos en las áreas de montaje y acabado en un 10.92% y 32.43% respectivamente, es por eso que la implementación de esta herramientas ayudo a reducir los costos en la empresa “BAUR METALMIN SAC”, dando como resultado 298.728.66 soles.

## 4.2 Conclusiones

Luego del diseño de un modelo basado en las herramientas de lean manufacturing para incrementar la productividad de la empresa BAUR METALMIN SAC, de acuerdo a los objetivos trazados se puede concluir:

- Se analizaron los desperdicios y la productividad de la empresa, encontrando como problemas significativos; la distribución de las subáreas del área de producción, lo que ocasiona demoras en el tiempo de producción; además la baja eficiencia de las

máquinas, ocasionando que generen desperdicios en materia prima y piezas defectuosas; lo que genera una baja productividad y gastos excesivos.

- Se diseñaron las herramientas del lean manufacturing, las cuales van solucionando los problemas que se ocasionan en la empresa BAUR METALMIN SAC.
- Luego de la propuesta se observa que la productividad aumentara a 222 und y 14 und de artesanías metálicas y cajas chinas respectivamente; los gastos que genera la empresa se redujeron a S/. 298.728.66; el tiempo de producción a 11 horas con 31 minutos, el espacio de distancia entre la máquina cortadora a plegador se redujo a 3 m, y de la máquina CNC plasma al almacén en 5 m y se eliminaron los desperdicios.
- Se realizó una evaluación económica para la propuesta de mejora; se obtiene un VAN de S/. 141 812.26, que es un valor mayor a 0, un TIR de 219% que viene a ser mayor al COK de 12%, y por último el IR es S/. 7.92 siendo mayor a 1, que indica que por cada sol invertido retorna S/. 6.49. Concluyendo que la propuesta es viable.

## CAPÍTULO V. REFERENCIAS

- Arollo, J. M., Bautista Campillo, A., & Rosas Campillo, S. (2010). *Metodología para la Implementación de la manufactura esbelta en los procesos productivos para la mejora continua*. Instituto Politécnico Nacional, Mexico D.F. Obtenido de [https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/8572/1/2725\\_tesis\\_Febrero\\_2011\\_1149902756.pdf](https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/8572/1/2725_tesis_Febrero_2011_1149902756.pdf)
- Ballesteros-Medina, V. M.-B. (2017). *Manufactura Esbelta*. Mexico: Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94453640004/html/index.html>
- Belohlavek, P. (2006). *OEE: Overall Equipment Effectiveness*. Buenos Aires: Blue Eagle Group. Obtenido de OEE: Overall Equipment Effectiveness: [https://books.google.com.pe/books?id=gmvnz-lljGYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=gmvnz-lljGYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Bermejo Díaz, J. L. (2019). *Lean manufacturing para mejorar del proceso de fabricación de calzados para damas*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10588/Bermejo\\_dj.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10588/Bermejo_dj.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Calva, R. C. (2012). *Lean Six Sigma TOC. Simplificado.PYMES*. Rafael Carlos Cabrera Calva. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=psDDitEx\\_gC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=psDDitEx_gC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Carreras, M. R. (2011). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Ediciones Díaz de Santos, 2011. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=mZCh1a3L8M8C&printsec=frontcover&dq=que+es+lean+manufacturing&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi4urfdlaXrAhWiwFkKHTmID88Q6wEwBHoECAUQAQ#v=onepage&q&f=false>
- Chácon Ulloa, J. S. (2019). *Aplicación de las herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad de la empresa Calzados Chang S.R.L.;2019*. Universidad Señor de Sipan, Pimentel. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/6585/Chac%3b3n%20Ulloa%20Jes%3bas%20Sa%3bal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cieza Sánchez, K., & Olivera Torres, F. (2017). *Plan de Mejora basado en Lean Manufacturing para aumentar la eficiencia en el área de producción de la empresa Ginrey S.A.C Lima - 2017*. Universidad Señor de Sipan, Lima. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/5836/Cieza%20S%C3%A1nchez%20%26%20Olivera%20Torres.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Combeller, C. R. (1993). *El nuevo escenario: la cultura de calidad y productividad en las empresas*. Mexico: ITESO, 1993. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=IAcY7k6GKbUC&pg=PA22&dq=que+es+productividad+definicion&hl=es->

419&sa=X&ved=2ahUKEwj494\_TjKXrAhUp1lkKHSNB9kQ6AEwAXoECAgQAg#v=onepage&q=que%20es%20productividad%20definicion&f=false

Gómez, J. (22 de Mayo de 2012). *SCRIBD*. Obtenido de SCRIBD:

<https://es.scribd.com/doc/94410448/formato-para-evaluar-desempeno-laboral>

Gómez Guzan, P. d. (2013). *Disminucion de los tiempos de Setup de las comprimidoras express utilizando el sistema Semd bajo las normas GMP*. Universidad Austral de Chile, Valdivia.

Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fcg633d/doc/fcg633d.pdf>

Gúzman Vara, K. M., & Suares Olin, A. H. (2019). *Implementacion de Lean Manufacturing para reducir los productos no conformes en las areas de montaje y acabado en el rubro de calzado*.

Universidad Ricardo Palma, Lima. Obtenido de

[file:///C:/Users/adrian/Downloads/IND\\_T030\\_71972516\\_T%20%20%20GUZMAN%20VARA%20KATHERINE%20MERCEDES.pdf](file:///C:/Users/adrian/Downloads/IND_T030_71972516_T%20%20%20GUZMAN%20VARA%20KATHERINE%20MERCEDES.pdf)

Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principios de administración de operaciones*. Mexico: Pearson Educación. Obtenido de

[https://books.google.com.pe/books?id=jVlwSsVHUfAC&pg=PA14&dq=productividad+de+mano+de+obra&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjR\\_fGpJnsAhXR01kKHaeCBiUQ6AEwAXoECAMQAg#v=onepage&q=productividad%20de%20mano%20de%20obra&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=jVlwSsVHUfAC&pg=PA14&dq=productividad+de+mano+de+obra&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjR_fGpJnsAhXR01kKHaeCBiUQ6AEwAXoECAMQAg#v=onepage&q=productividad%20de%20mano%20de%20obra&f=false)

Industrias, S. N. (6 de Enero de 2019). *SNI: Industria metalmecánica creció 10,2%*. Obtenido de Sociedad Nacional de Industrias: <https://www.sni.org.pe/sni-industria-metalmecanica-crecio-102/>

Infante Diaz , E., & Erazo Delacruz, D. A. (2013). *Propuesta para el Mejoramiento de la Productividad de la línea de Camisetas interiores en una Empresa de Confecciones por medio de la aplicación de Herramientas Lean Manufacturing*. Universidad de San Buenaventura Cali, Cali. Obtenido de

[http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/2212/1/Propuesta\\_Productividad\\_Camisetas\\_Manufacturing\\_Infante\\_2013.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/2212/1/Propuesta_Productividad_Camisetas_Manufacturing_Infante_2013.pdf)

Lopes Herrera, J. (2012). *Productividad*. Estados Unidos de America: Palibrio. Obtenido de

<https://books.google.com.pe/books?id=WWxVAAAAQBAJ&pg=PT76&dq=productividad+de+materia+prima+formula&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi-xaXdr5nsAhWKjVkkHRbzCKsQ6AEwAXoECAEQAg#v=onepage&q&f=false>

LUIS, O. C. (2017). *APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA DE PRODUCTIVIDAD EN LA LINEA DE PRODUCCION, NE LA EMPRESA DUPREE VENTA DIRECTA S.R.L;2017.ATE;*

Universidad Cesar Vallejo, Lima. Obtenido de

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1717?locale-attribute=en>

Luque Senadra , A., Ávila Gutiérrez, M. J., Aguayo González, F., Lama Ruiz , J. R., Garcia de Vinuesa, A., & Córdoba Roldán, A. (2018). *La Ingenierira de proyectos: ¿Como se forma la tecnosfera de una sociedad responsable?* Editorial Área de Innovacion y Desarrollo;S.L. Obtenido de

<https://books.google.com.pe/books?id=zCp8DwAAQBAJ&pg=PA21&dq=sistema+de+producci%C3%B3n+Toyota:+productividad+y+calidad+para+la+Direcci%C3%B3n+de+Proyectos&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjOooTsnqXrAhWp1VkkHTECA4gQ6AEwAHoECAQQAg#v=onepage&q&f=false>

- Mariñas Caceres, D., & Vejarano Valqui, E. M. (2019). *Aplicación del sistema Lean Manufacturing en el incremento de la productividad en una empresa metal mecánica de producción de ollas de aluminio*. Universidad Tecnología de Perú, Lima. Obtenido de [http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2583/1/Diego%20Mari%C3%B1as\\_Edwin%20Vejarano\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Bachiller\\_2019.pdf](http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2583/1/Diego%20Mari%C3%B1as_Edwin%20Vejarano_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf)
- Monden, Y. (1996). *El "Just in time" hoy en Toyota: nuevo estudio de Yasuhiro Monden autor de "El sistema de producción de Toyota"*. España: Grupo Planeta (GBS).
- Ospina Delgado, J. P. (2016). *Propuesta de distribución de planta para aumentar la productividad en una empresa metemecánica en Ate Lima, Peru*. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima. Obtenido de [http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2470/1/2016\\_Ospina\\_Propuesta\\_de\\_distribucion\\_de\\_planta.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2470/1/2016_Ospina_Propuesta_de_distribucion_de_planta.pdf)
- Pages, C. (2010). *La era de la productividad Cómo transformar las economías desde sus cimientos*. Banco Internacional de Desarrollo. Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3\\_uibd.nsf/3BF5780065E9C58305257862006E8159/\\$FILE/DIA\\_2010\\_Spanish.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/3BF5780065E9C58305257862006E8159/$FILE/DIA_2010_Spanish.pdf)
- Palomino Espinosa, M. A. (2012). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasados de una planta envasadora de lubricantes*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1707/PALOMINO\\_MIGUEL\\_LEAN\\_MANUFACTURING\\_LUBRICANTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1707/PALOMINO_MIGUEL_LEAN_MANUFACTURING_LUBRICANTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Radoselovics, J. F. (2011). *La productividad sectorial en España: una perspectiva micro*. España: Fundación BBVA, 2011. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=ckYC7u9rN\\_sC&pg=PA39&lpg=PA39&dq=mas+y+robledo+2010comparando+un+buen+n%C3%BAmero+de+econom%C3%ADas+de+todo+el+mundo,+constatan+que+el+problema+de+la+productividad+en+Espa%C3%B1a+no+se+deriva+%C3%BAnicamente+de+la+espe](https://books.google.com.pe/books?id=ckYC7u9rN_sC&pg=PA39&lpg=PA39&dq=mas+y+robledo+2010comparando+un+buen+n%C3%BAmero+de+econom%C3%ADas+de+todo+el+mundo,+constatan+que+el+problema+de+la+productividad+en+Espa%C3%B1a+no+se+deriva+%C3%BAnicamente+de+la+espe)
- Salazar López, B. (26 de Junio de 2019). *Ingeniería Industrial*. Obtenido de Ingeniería Industrial : <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/>
- Sampieri, R. H. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Vasques Contreras, L. M. (2015). *Propuesta para aumentar la productividad del proceso productivo de cajas Porta-Medidores de energía*. UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Chiclayo. Obtenido de [http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/489/1/TL\\_Vasquez\\_Contreras\\_LuisMartin.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/489/1/TL_Vasquez_Contreras_LuisMartin.pdf)
- Vázquez de Dios, J. (1999). *Grupo Garatu*. Obtenido de Grupo Garatu: <https://development.grupogaratu.com/medir-capacidades-indicadores-procesos-establecer-mejoras-una-planta-productiva/>
- Vigo Moran , F. M., & Astocaza Flores , R. M. (2013). *Análisis y Mejora de Procesos de una Línea Procesadora de Bizcochos empleando Manufactura Esbelta*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Obtenido de

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5227/VIGO\\_FIORELLA\\_MEJORA\\_PROCESOS\\_LINEA\\_PROCESADORA\\_BIZCOCHOS\\_MANUFACTURA\\_ESBELTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5227/VIGO_FIORELLA_MEJORA_PROCESOS_LINEA_PROCESADORA_BIZCOCHOS_MANUFACTURA_ESBELTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### ○ ANEXO 1: SEGUIMIENTO DE MÁQUINAS

SEGUIMIENTO QRQC				D1- Descripción del problema	Pieza defectuosa? Problema?		D2- Riesgos en productos y procesos similares			
EQUIPO:			Fecha apertura:		Dónde por quién y cómo ha sido detectado?					
PASOS	Fecha Reuniones	REVISIÓN			Dónde por quién y cómo ha sido creado?					
D1 A D3										
D4 A D5										
D6 A D8										
D3- Acciones de contención				D1- Cuándo y cuantos? + Objetivo D7- Seguimiento						
Acción	Piloto	Fecha	Chequeo por							
D4 – Causas de No detección	Factor			Punto de control	Standard		Factor validado?			
D5 – Causas probables de creación										
D4&D5 – 5PQ	Por qué?	V	Por qué?	V	Por qué?	V	Por qué?	V	Por qué?	V
D6 – Plan de acciones correctivas					D8 – Lecciones aprendidas					
Acción	Responsable	Fecha	Check	Acción	Responsable	Fecha				

○ ANEXO 2: CHEQUEO DE MÁQUINAS

	<b>LISTA DE CHEQUEO DE MAQUINAS</b>	Código: <del>xxxxxxxxxxx</del>
		Versión: <del>xxxxxx</del>
		Fecha: <del>xx/xx/xxxx</del>
		Página 1 de 1

Realizado por:	Firma del responsable del Chequeo:
Cargo:	

Fecha:	Sección:	Ciudad:
--------	----------	---------

Marque con x el estado	C = Conforme	NC = No conforme	NA = No aplica
------------------------	--------------	------------------	----------------

Descripción	C	NC	NA	Observaciones
Protección completa del equipo y en buenas condiciones				
Ventiladores y filtros del motor en buen estado				
Enchufe en buen estado				
Fusible en estados sin intervención				
Porta electrodo en buen estado				
Cable de almacenamiento en buen estado				
Cable de grampa a tierra en buen estado				
Cable de porta electrodo en buen estado				
Terminal de soldar en buen estado				
Interruptor de encendido en buenas condiciones				
Indicador de corriente en buen estado				
Mando de control en buen estado				
Tablero de control en buen estado				
Se están utilizando los elementos de protección personales apropiados.				
Base de la Maquina CNC limpia				

○ ANEXO 3: CONTROL DE CALIDAD DE PROCESO

	<b>CONTROL DE CALIDAD DE PROCESO</b>			Control y Calidad

Nombre:	Firma del responsable del Chequeo:
---------	------------------------------------

Nombre del Proceso "Caja China"	Temperatura	Tiempo	Maquinaria y Equipos	Observaciones
Plegado de Planchas				
Insertar Pernos				
Armado y insertado de ángulos				
Elaboración y ensamble de manijas				
Elaboración de plancha de carbonato				
Cable de grampa a tierra en buen estado				

○ ANEXO 4: FORMATO KANBAN

		Supervisor:	Fecha:
<b>Método Kanban</b>			
<b>Para hacer</b>	<b>En proceso</b>		<b>Hecho</b>
	<b>Trabajándose</b>	<b>A la espera</b>	

○ ANEXO 5: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

	<b>ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE PRODUCTO</b>	<b>PRODUCTO:</b>																																						
<p><b>1) ¿Cómo supiste de este producto?</b></p> <p><input type="radio"/> Internet/Website</p> <p><input type="radio"/> Amigos/parientes</p> <p><input type="radio"/> Diarios</p> <p><input type="radio"/> Revistas</p> <p><input type="radio"/> Otros</p>																																								
<p><b>2) A grandes rasgos, ¿Cuán satisfecho está con este producto?</b></p> <p><input type="radio"/> Totalmente Insatisfecho</p> <p><input type="radio"/> Insatisfecho</p> <p><input type="radio"/> Satisfecho</p> <p><input type="radio"/> Muy satisfecho</p>																																								
<p><b>3) Elige entre las opciones de calidad que considera de este producto</b></p> <p><input type="radio"/> Muy Baja Calidad</p> <p><input type="radio"/> Baja Calidad</p> <p><input type="radio"/> Normal</p> <p><input type="radio"/> Buena Calidad</p>																																								
<p><b>4) Comparado con otros productos, este producto es:</b></p> <p><input type="radio"/> Mucho peor</p> <p><input type="radio"/> Peor</p> <p><input type="radio"/> Igual</p> <p><input type="radio"/> Mejor</p> <p><input type="radio"/> Mucho mejor</p>																																								
<p><b>5) El valor de este producto es:</b></p> <p><input type="radio"/> Muy pobre</p> <p><input type="radio"/> Pobre</p> <p><input type="radio"/> Bueno</p> <p><input type="radio"/> Excelente</p>																																								
<p><b>6) ¿Seguiría comprando este producto?</b></p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input type="radio"/> No</p>																																								
<p><b>7) ¿Recomendaría este producto?</b></p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input type="radio"/> No</p>																																								
<p><b>8) Por favor rankea el atributo que buscas cuando compras un producto como este</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;"></th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 10%;">3</th> <th style="width: 10%;">4</th> <th style="width: 10%;">5</th> <th style="width: 30%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Calidad</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td rowspan="5" style="vertical-align: top;">1 es el más importante 5 es el menos importante</td> </tr> <tr> <td>Costo</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Cantidad</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Marca</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Familiaridad</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table>				1	2	3	4	5		Calidad	<input type="radio"/>	1 es el más importante 5 es el menos importante	Costo	<input type="radio"/>	Cantidad	<input type="radio"/>	Marca	<input type="radio"/>	Familiaridad	<input type="radio"/>																				
	1	2	3	4	5																																			
Calidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	1 es el más importante 5 es el menos importante																																		
Costo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																			
Cantidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																			
Marca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																			
Familiaridad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																			
<p><b>9) ¿Qué fue lo que más te gustó de este producto?</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>																																								
<p><b>10) ¿Qué fue lo que menos te gustó de este producto?</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>																																								

○ ANEXO 6: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

					EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO		CODIFICACION		
							Página _ de _		
NOMBRE DEL EMPLEADO: _____									
PUESTO: JEFE DE CONTROL DE CALIDAD									
FECHA DE LA EVALUACIÓN: _____									
<b>OBJETIVO:</b> DETENCCION DE NECESIDADES DE CAPACITACION (DNC)									
<b>INSTRUCCIONES:</b> LA EVALUACIÓN CUENTA CON UN MINIMO DE 10 Y UN MAXIMO DE 15 PREGUNTAS POR SECCION. MARQUE CON UNA "X" EN SI o NO, HAGA OBSERVACIONES CUANDO LO CONSIDERE NECESARIO Y EN CASO DE NO HACER COMENTARIOS CRUCE EL ESPACIO CON UNA DIAGONAL. CON MAS DE DOS RESPUESTAS NEGATIVAS POR SECCION, SE PROGRAMARA PARA CAPACITACION									
							SI	NO	OBSERVACIONES
<b>SECCION 1: COMPETENCIA</b>									
1	TIENE ELABORADO EL PROGRAMA DE AUDITORIAS?								
2	TIENE PLANIFICADAS LAS REVISIONES POR LA DIRECCION?								
3	TIENE PLANIFICADO EL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS?								
4	MANTIENE EN ORDEN LA CARPETA DE REGISTROS?								
5	TIENE ELABORADOS LOS RESPALDOS MENSUALES DEL SERVIDOR?								
6	MANTIENE RESGUARDADOS LOS DOCUMENTOS ORIGINALES DEL SGC?								
7	MANTIENE ACTUALIZADA LA LISTA MAESTRA DE DOCUMENTOS Y REGISTROS?								
8	MANTIENE LOS REGISTROS DE LAS AUDITORIAS?								
9	MANTIENE ACTUALIZADA LA COPIA CONTROLA EN RED?								
10	MANTIENE EVIDENCIA DE LAS REVISIONES POR LA DIRECCION?								
<b>SECCION 2: CONOCIMIENTO EN NORMATIVIDAD Y REGLAMENTOS</b>									
1	SABE EN QUE NORMA(S) ESTA CERTIFICADA LA EMPRESA?								
2	CONOCE LA POLITICA DE LA EMPRESA?								
3	CONOCE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DE LA EMPRESA?								
4	SABE CUALES SON LOS PUNTOS QUE MENCIONA EL CÓDIGO DE ÉTICA?								
5	SABE CUAL ES LA NORMA QUE ESTABLECE LAS DIRECTRICES PARA LA MEJORA DEL DESEMPEÑO?								
6	SABE CUAL ES LA NORMA QUE ESTABLECE LOS FUNDAMENTOS Y VOCABULARIO DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD?								
7	SABE CUAL ES LA NORMA QUE ESTABLECE LAS DIRECTRICES PARA LA AUDITORIA DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD Y/O AMBIENTAL?								
8	SABE CUAL ES LA NORMA QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE GESTION DE CALIDAD?								
9	QUE CLASIFICACION TIENE LA EMPRESA DE ACUERDO A LA NORMA 442?								
10	SABE QUE ESTABLECE LA CLAUSULA 7.4 DE LA NORMA ISO 9001:2008?								
Comentarios del Empleado					Comentarios del Evaluador				
Nombre y Firma del Empleado					Nombre y Firma del Evaluador				